શૈક્ષણિક

સંદર્ભ

અંક-૩૮

શૈક્ષણિક

સંદર્ભ

(સળંગ અંક-38)

વર્ષ 2024-25 અંક-4 (e9)

-: પત્ર વ્યવહારનું સરનામું :-

Nachiketa Trust

તતો ન વિજુગુપ્સતે

શ્રી નચિકેતા ટ્રસ્ટ, આર્ચ કેમ્પસ,
નગારિયા, ધરમપુર - 396 050,
ઓફિસ.મો: 09825651341
E-mail: sandarbh.gujarati@gmail.com
Whatsapp No. 09773404292

આધાર : એકલવ્ય, ભોપાલ દ્વારા પ્રકાશિત 'શૈક્ષણિક સંદર્ભ'

સંપાદન : સ્વાતિ દેસાઈ, રશ્મિ કાપડિયા

સહાયક સંપાદક-વિતરણ : કૌશિક ચોનકર

સહયોગ : છાયા ઉપાધ્યાય, નીપા ભરૂચા

પરામર્શક : ધ્રુવ ભટ્ટ, મહેન્દ્ર ચોટલિયા
રેખાબેન મહેતા, રેવતુભા રાયજાદા

શુદ્ધીકરણ : આશા વીરેન્દ્ર / રાજેશ ધામેલિયા

સજ્જા : સિદ્ધેશ પવાર

મુદ્રક : Sharda Mudranalay
sharda.mudranalay@gmail.com

-: આપનું ધ્યાન ખેંચીએ :-

'સંદર્ભ' દર ત્રણ મહિને પ્રકાશિત થાય છે.

- એક વર્ષનું લવાજમરૂ.૪૦૦/-છે. જેમાં પોસ્ટેજ ખર્ચ સામેલ છે.
- લવાજમનો ચેક - "Shri Nachiketa Trust" નામનો લખવા વિનંતી.
- ઈ-કોપી નિઃશુલ્ક ઉપલબ્ધ રહેશે.

'સંદર્ભ'માં આપેલી માહિતી, ચિત્રો શૈક્ષણિક હેતુસર આપેલાં છે. અંકમાં છપાયેલા લેખોનાં મંતવ્યો લેખકનાં પોતાનાં છે.

એક અવિસ્મરણીય મુલાકાતઃ વિજ્ઞાનને રોચક બનાવવા, આર્ચના વિજ્ઞાન કાર્યક્રમોનો શરૂઆતથી જ પાયો બન્યો અરવિંદજીના વિચારો. ખાસ તો એના અમલીકરણ માટે એમનો અવિરત ઉત્સાહ એમને મળીએ તો જ સમજાય. આર્ચના મિત્રોને આ લહાવો ખૂબ શરૂઆતથી જ મળ્યો . આવી જ એક મુલાકાત દરમિયાન ડૉ.દક્ષા પટેલ - રશ્મિ - વિનાયક .

આ અંકમાં એમને સમજવા એક ખૂબ સુંદર ઈન્ટરવ્યુ...**પાનાં નંબરઃ૩**

Video QR

Video Link: https://www.youtube.com/watch?v=YOIlmFfELT8

આ અંકમાં...

● વર્ગમાં શિક્ષક બાળકોને જે અનુભવ આપે છે તેનાથી બાળકોને આપવામાં આવેલા સૂચનો કે પ્રવૃત્તિઓને માટે નવા અર્થ વિકસિત કરવા માટેની તકો ઊભી થાય છે. તેથી એ જરૂરી છે કે શિક્ષક એક સુવિધાકર્તા તરીકે ત્યાં સુધી ધીરજ રાખે કે જ્યાં સુધી બાળકો વર્ગમાં કોઈ પ્રવૃત્તિ કરી રહ્યા હોય. સાથે જ તે બાળકોના અત્યારના જ્ઞાનને સમજવાની કોશિશ કરે અને તેના આધારે નવા અનુભવો અને શીખવાના એવા વાતાવરણને બનાવવામાં મદદ કરે જે શીખવા માટેના અપેક્ષિત પરિણામોની તરફ લઈ જતાં હોય. - એક શિક્ષકથી સુવિધાકર્તા તરફ, **પાનાં નંબર-૩૮**

● "તમે નોંધ્યું જ હશે કે મોટી સંખ્યા લખવામાં આપણે વારંવાર અલ્પવિરામનો ઉપયોગ કર્યો છે. સંખ્યાને સરળતાથી વાંચવા અલ્પવિરામનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે."..(ગણિત પાઠ્યપુસ્તક ધોરણ-૬)... આનું અર્થગ્રહણ કેવી રીતે કરવું?..

ગણિત હોય કે વિજ્ઞાન, કોઈપણ વિષય ભણવા માટેનું માધ્યમ તો ભાષા જ છે. જો ભાષા કેળવાયેલી હોય તો બીજી ભાષા, બીજા વિષય શીખવાનું સમજવાનું સરળ બને છે.
- આપમેળે અર્થગ્રહણ, **પાનાં નંબર -૫૨**

પ્રથમ આવરણ: બાળકોની, શિક્ષકોની તેમજ વાલીઓની દુનિયા સમક્ષ વિજ્ઞાનના જટિલ સિદ્ધાંતોને 'રમકડાં'! થી ઉજાગર કરનાર અરવિંદ ગુપ્તાને શિક્ષણમાં રુચિ ધરાવનાર સહુ કોઈ ઓળખતા જ હશે.

ત્રીજું આવરણ: વર્તુળ સાથે રમત - બાળકોનાં ચિત્રોનું સંકલન

ચોથું આવરણ: ઉત્તરાયણની મઝા તો સહુએ માણી જ હશે. દોર પતંગને કેવી રીતે ચગાવે છે, પાછો અટકાવી દે છે- તે પતંગ ચગાવનારે ક્યારેય વિચાર્યું નહીં હોય. ભલે, પોતાની રીતે સમજ તો પૂરી હશે. "સવાલીરામમાં આ પ્રક્રિયાને સરસ રીતે સમજાવતો એક જવાબ", **પાનાં નંબર-૬૦**

અનુક્રમણિકા

૧. તમે લખ્યું અમને ગમ્યું -લેખનો પ્રતિભાવ ____ ૨
૨. કબાડ થી જુગાડ: વિજ્ઞાન શિક્ષણ અંગે અરવિંદ ગુપ્તાનો ઈન્ટરવ્યૂ ____ ૩
૩. અવકાશી પદાર્થોની હિલચાલ -ભાગ:૩ ____ ૧૭
૪. દાસ્તાન-એ-ભોજન ____ ૨૯
૫. એક શિક્ષકથી સુવિધાકર્તા તરફ ____ ૩૮
૬. એક પ્રવૃત્તિલક્ષી પુસ્તકનો વર્ગખંડમાં અનુભવ ____ ૫૦
૭. આપમેળે અર્થગ્રહણ ____ ૫૨
૮. સવાલીરામ ____ ૬૦

શિક્ષણ યાત્રા (તમે લખ્યું અમને ગમ્યું)

સંદર્ભ અંક ૩૭માં પ્રકાશિત એકતા ચૌરેનો લેખ 'મારી શિક્ષણ યાત્રા' એક ખૂબ જ પ્રેરણાદાયી આત્મકથા છે. તેમની જીવન યાત્રા આપણાં સૌને માટે એક પ્રેરણાસ્ત્રોત છે. શાળાના દિવસોમાં જ તેમની આંખોની રોશની ખોવાઈ ગઈ હતી. તેમ છતાં પણ તેમનો જુસ્સો, તેમનું સાહસ, તેમની મહત્ત્વાકાંક્ષા અને કંઇ કરી છૂટવાની જીદે તેમને એક કામયાબ શિક્ષક બનાવ્યા. એક નેત્રહીન વ્યક્તિનું જીવન કેટલું મુશ્કેલીભર્યું હોય છે તેની કલ્પના માત્રથી આપણું મન હલબલી ઊઠે છે. દરેક પગલે તેમણે મુશ્કેલીઓનો સામનો કર્યો અને આ અનુભવોને સાહસ અને બુદ્ધિમતાથી પોતાને માટે એક માઈલ સ્ટોન બનાવી લીધો.

એકતા ચૌરેના લેખને વાંચતાં મને હેલન કેલર યાદ આવી ગયાં, જેઓ જન્મથી જ જોઈ શકતા ન હતાં અને ન તો સાંભળી શકતા હતા. હેલને પણ પોતાની કમજોરીને પોતાની તાકાત બનાવી લીધી અને દુનિયાની સામે એક ઉત્કૃષ્ટ ઉદાહરણ દર્શાવ્યું. એકતા ચૌરે અને હેલન કેલરની વાતને વાંચીને મને એક વાત સમજાય કે માતા-પિતા અને શિક્ષકોની કોઈ પણ બાળકને એક નેક ઈન્સાન બનાવવામાં અને જીવન પથ પર માર્ગદર્શન આપવામાં અહમ ભૂમિકા હોય છે.

એકતા ચૌરેના માતા-પિતાએ પણ ધીરજ અને હિંમતની સાથે પોતાની ત્રણે દૃષ્ટિહીન બાલિકાઓનું ન માત્ર લાલન-પાલન કર્યું પણ સાથે જ તેમને સારું શિક્ષણ પણ અપાવ્યું કે જેથી તેઓ પોતાની જાતે પગભર થઈ શકે.

આજ અંકમાં પ્રકાશિત શલાકા ગાયકવાડનો લેખ 'વાતચીત અને અવલોકન' એકતા ચૌરેના શિક્ષક જીવનની એક ઝલક દર્શાવે છે. તેમણે ખૂબ જ ઝીણવટપૂર્વક એકતાજીના એક શિક્ષકના સ્વરૂપનું અવલોકન કર્યું છે. લેખ વાંચીને એ સમજાયું કે કેટલી સુંદર રીતે એકતા પોતાના વર્ગને સંભાળતી હતી અને સાથે જ પૂરી લગનથી બાળકોને ભણાવતી પણ હતી. ઈશ્વર જ્યારે મનુષ્યને એક ત્રુટિ આપે છે તો તેને બીજા હજારો નવા ગુણોથી ભરી દે છે, જેનું સાક્ષાત ઉદાહરણ એકતા ચૌરે છે. તેમની આંખોમાં ભલે ઉજાશ નથી પણ મનની આંખોથી તે બધું જ જોઈ લે છે. વર્ગમાં કઈ રીતે ભણાવવાનું છે, બાળકો ધ્યાન આપી રહ્યા છે કે નહીં, શું પૂછવાનું છે અને બાળકોને કઈ રીતે વ્યસ્ત રાખવાના છે, તેનું ખૂબ જ સુંદર ઉદાહરણ આ લેખમાં મળે છે. એકતા બાળકોને અઘરા શબ્દોના અર્થ પણ બતાવતી હતી, સાથે જ સાચું ઉચ્ચારણ કરવાનું પણ શિખવાડતી હતી. તેમની શિક્ષણક્ષમતા ઉચ્ચ કોટિની હતી. આ વાત આપણી કલ્પના બહારની છે કે કઈ રીતે એક નેત્રહીન વ્યક્તિ સારો શિક્ષક બની શકે છે પરંતુ એકતાએ એને પણ ખરેખરમાં કરીને બતાવી દીધું અને પૂર્વગ્રહોને તોડીને તેમણે સમાજમાં પોતાને માટે એક સન્માનજનક સ્થાન બનાવી લીધું.

- મીનુ નયાલ, સહાયક શિક્ષક, રાજકીય પ્રાથમિક વિદ્યાલય, ખતીમા, ઉધમસિંહ નગર
હિન્દી સદર્ભઃ ૧૪૯ માંથી સાભાર

કબાડથી જુગાડ: વિજ્ઞાન શીખવવાની સૌથી સરળ રીત!

અરવિંદ ગુપ્તા સાથે વાતચીત

સામાન્ય રીતે રોજ અરવિંદ ગુપ્તા કુર્તો-પાયજામો પહેરીને રોજબરોજની વસ્તુઓને રમકડાંમાં પરિવર્તિત કરતા જોવા મળે. વિજ્ઞાનને લોકપ્રિય બનાવવું, તેમના જીવનનું પ્રથમ લક્ષ્ય છે. યુટ્યૂબ પર ઉપલબ્ધ વિવિધ વીડિયો અને તેમના અનેક પુસ્તકો દ્વારા તેમનો સંદેશ દુનિયાના ખૂણે ખૂણે પહોંચી રહ્યો છે. આજે આપણે શિક્ષણક્ષેત્રે તેમની આ જ સફર વિશે વાત કરીશું. આપણે તેમને પૂછશું કે, તેમણે દિવાસળીની સળીઓમાંથી કેવી રીતે તેમના પ્રખ્યાત રમકડાં બનાવ્યાં, તેમ જ એવું શું છે જે તેમને આ દિલચસ્પ કાર્ય કરતાં રહેવા માટેની હિંમત અને પ્રેરણા આપે છે.

? વિવેક વેલાંકી: સૌ પ્રથમ તો, ચાલો વિજ્ઞાન, શિક્ષણ અને અધ્યાપન ક્ષેત્રે તમારી યાત્રાથી વાતની શરૂઆત કરીએ. સિત્તેરના દાયકામાં તમે IIT કાનપુરમાં એડમિશન લીધું હતું. ત્યાંથી આ ક્રમ કેવી રીતે શરૂ થયો?

અરવિંદ ગુપ્તા: હું ઉત્તર પ્રદેશના એક ખૂબ નાના કસ્બા બરેલીથી IIT કાનપુરમાં આવ્યો છું. મારાં માતા-પિતા ક્યારેય શાળાએ ગયા ન હતાં. આમ તો મારી માતા ખૂબ જ શિક્ષિત કુટુંબમાંથી આવી હતી, પરંતુ એક છોકરી હોવાને કારણે તે ક્યારેય શાળાએ જઈ શકી ન હતી, જોકે તેના ભાઈઓને ખૂબ સારું શિક્ષણ મળ્યું હતું. આપણો સમાજ બહેનો સાથે ઘણો ભેદભાવ કરે છે. સમજી શકાય કે, મારી માતા કરતાં વધુ સારી રીતે શિક્ષણનું મહત્ત્વ બીજું કોણ સમજી શકે! આથી જ તેમણે પોતાનાં બધાં જ બાળકોને શ્રેષ્ઠ શાળાઓમાં ભણાવવામાં કોઈ કસર છોડી ન હતી. ૧૯૭૦ માં, મેં સરકારી ઇન્ટર કૉલેજમાંથી ૧૨મા ધોરણની પરીક્ષા આપી. પરીક્ષાનું પરિણામ સારું આવ્યું. હું સમગ્ર જિલ્લામાં પ્રથમ આવ્યો અને IIT કાનપુરમાં મને પ્રવેશ મળી ગયો. મારા માટે એક નવી દુનિયાનો દરવાજો ખુલી ગયો.

એક નાના સરખા નગરમાં ભણીને મોટા થયેલા છોકરા માટે, આ એક વિશ્વસ્તરીય સંસ્થા હતી. અહીંની લાઈબ્રેરી સવારે ૮ થી રાત્રે ૨ વાગ્યા સુધી ખુલ્લી રહેતી હતી. અમે લાઈબ્રેરીમાંથી એકસાથે ૧૦ પુસ્તકો લઈ શકતા હતા. ત્યાં એક શાનદાર કમ્પ્યુટર સેન્ટર હતું. સાથીદારો અને શિક્ષકો, દરેકમાં એક લગન હતી. મોટાભાગના અધ્યાપકો અમેરિકામાં ભણીને આવ્યા હતા. મુખ્ય વાત એ હતી કે એક નાનકડા શહેરના છોકરાની નજર સમક્ષ એક બિલકુલ નવી અને તકોથી ભરેલી એક પડકારજનક દુનિયા ખુલી રહી હતી. હું અગાઉ કોન્વેન્ટ સ્કૂલમાં ભણ્યો હતો. અહીં IIT કાનપુરમાં તે અંતર સ્પષ્ટ જોઈ શકાતું હતું. આ એન્જિનિયરિંગ કોલેજની સ્થાપનામાં અમેરિકન સરકારે ૨૦૦ કરોડ રૂપિયાનું યોગદાન આપ્યું હતું. અહીંની બે મુખ્ય શાળાઓ ઓપોર્ચ્યુનિટી સ્કૂલ અને કેન્દ્રીય વિદ્યાલય હતી. મેસ કર્મચારીઓ કે માળીઓનાં બાળકોને આમાંથી એકપણ શાળામાં પ્રવેશ મળતો ન હતો.

આ સ્થિતિ જોઈને અમારામાંથી કેટલાક વિદ્યાર્થીઓએ ‘સહયોગ‘ નામની સંસ્થા બનાવી હતી. અમે હોસ્ટેલના દરેક રૂમમાં જઈને પાંચ-પાંચ રૂપિયા ભેગા કરતા જેથી અમે આ બાળકોને શાળાએ મોકલી શકીએ. જોકે ઘણા તો અમને જોતાની સાથે જ દરવાજા બંધ કરી લેતા હતા, પરંતુ કેટલાક ખૂબ ઉદાર હતા અને પૈસા આપીને અમને મદદ કરતા. અમારામાંથી છ લોકો આ શાળાઓમાં ભણાવવા જવા માટે સંમત થયા અને અમે દરેકે અઠવાડિયામાં એકવાર અમારા વર્ગો છોડવાનું શરૂ કર્યું. શિક્ષણની દુનિયામાં આ મારો પહેલો અનુભવ હતો. એક સારી સંસ્થા, પોતાની રીતે, તમારા આત્મા સુધી પહોંચી જાય છે અને તમને તેનો ખ્યાલ પણ નથી આવતો. મારા મતે, આ સંસ્થાની આ જ વિશેષતા હતી. તમને માત્ર ઉચ્ચ-વર્ગની તકનીકી સામગ્રી વાંચવા માટે જ નથી મળતી, પરંતુ સાથે જ તમે એક સંપૂર્ણ નવી દુનિયા સાથે નાતો બાંધી શકો છો. આખી દુનિયા

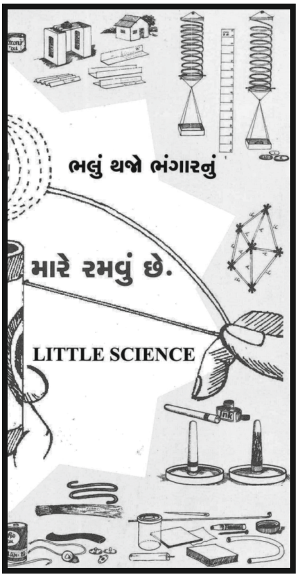
સાથે! ત્યારે ખ્યાલ આવે છે કે એન્જિનિયરિંગમાં કેટલું બધું છે! તે પાંચ વર્ષનો એન્જિનિયરિંગ કોર્સ હતો અને પહેલા આઠ સેમેસ્ટર દરમિયાન અમારે સમાજ-વિજ્ઞાન,દર્શનશાસ્ત્ર,સમાજશાસ્ત્ર, વિકાસ અને પછાતપણા પર પણ અભ્યાસક્રમ અને અભ્યાસ સામગ્રીમાંથી પસાર થવાનું હતું. તેથી મને લાગે છે કે તમે એક આયામી વ્યક્તિ બનવાને બદલે સમસ્યાઓને વિવિધ દૃષ્ટિકોણથી અને વધુ ઊંડાણમાં ઉતરીને જોતા શીખી જાઓ છો.

? **વિવેક વેલાંકી:** તમે ભંગારમાંથી રમકડાં બનાવવા વિશે ઘણું લખ્યું છે. તમારું પ્રખ્યાત પુસ્તક 'મેચસ્ટિક મોડલ એન્ડ અધર સાયન્સ એક્ષપરીમેન્ટ્સ' ઘણી ભાષાઓમાં ઘણી બધી વખત પ્રકાશિત થયું છે. મેચસ્ટિક્સ અને વાલ્વ ટ્યુબનો ઉપયોગ કરીને મૉડલ બનાવવા એ માત્ર રસપ્રદ જ નથી પણ અસંખ્ય શક્યતાઓના રસ્તા પણ ખોલી આપે છે. શું તમે અમને જણાવશો કે તમને આ વિચાર કેવી રીતે આવ્યો અને બાળકોએ આ માર્ગને અનુસરીને કેવા-કેવા પ્રકારની રસપ્રદ રચનાઓ બનાવી છે?

અરવિંદ ગુપ્તાઃ ૧૯૭૨માં, ડૉ.અનિલ સદગોપાલને IIT કાનપુરમાં ગેસ્ટ લેક્ચરર તરીકે બોલાવવામાં આવ્યા હતા. એક બાજુ હું હતો, જે વર્ગમાં છેલ્લી બેન્ચ પર બેસી રહેતો હતો અને બીજી બાજુ અમારી સામે એક એવી વ્યક્તિ હતી જે કેલિફોર્નિયા ઇન્સ્ટિટ્યૂટ ઑફ ટેક્નોલોજીમાંથી પી.એચ.ડી. કરીને આવ્યા હતા. ડૉ.સદગોપાલ મોલેક્યુલર બાયોલોજિસ્ટ હતા તેમજ TIFR જેવી પ્રીમિયર સંસ્થાઓમાં કામ કરીને આવ્યા હતા. તેઓ રોયલ સોસાયટીના ફેલો ઉબેદ સિદ્દીકીના સહકાર્યકર રહી ચૂક્યા હતા અને ભારતમાં વિજ્ઞાન શિક્ષણ કાર્યક્રમ શરૂ કરવા માટે તેમણે નોકરી છોડી દીધી હતી. તેમની સમગ્ર ચિંતા એ હતી કે આપણાં મોટાભાગનાં ગામોમાં કોઈ વિજ્ઞાન પ્રયોગશાળા નથી. આપણાં બાળકો વ્યાખ્યાઓ અને સૂત્રોની ગોખણપટ્ટી કરતાં રહે છે અને પરીક્ષામાં તેને જ રેડીને પાછા આવે છે. આ બાળકો ક્યારેય પોતાના હાથ બગાડતાં નથી, ડૉ.સદગોપાલના મતે વિજ્ઞાન પ્રત્યેની આ ખૂબ જ ક્રુર રીત છે.

૧૯૭૫માં, મેં એન્જિનિયરિંગની ડિગ્રી મેળવી અને ટાટા મોટર્સમાં જોડાયો. હું ઉપરથી નીચે સુધી લીલાં કપડાં પહેરીને વેલ્ડિંગ કરતો રહેતો અથવા કોઈ બગડેલાં મશીન પર કામે લાગી રહેતો. બે વર્ષ પૂરાં થતાં સુધીમાં તો મને એ

ખ્યાલ અકળાવવા લાગ્યો હતો કે હું ટ્રકો બનાવવા માટે જન્મ્યો નથી! ઘણીવાર તમે એ જાણતા નથી કે તમે તમારા જીવનમાં શું કરવા માંગો છો, પરંતુ જો તમે એ જ જાણી જાઓ કે તમે શું નથી કરવા માંગતા, તો તે પણ ઘણું છે. મને અનિલ સદગોપાલનું એ વ્યાખ્યાન ફરીથી યાદ આવવા લાગ્યું અને હું મારા બિસ્ત્રા-પોટલા પેક કરીને એક મહિના માટે 'કિશોર ભારતી' જવા માટે રવાના થયો. થોડા દિવસો પછી મેં કંપનીમાંથી એક વર્ષની રજા લીધી. આ એક વર્ષ મેં ખૂબ જ સાધારણ અને ગરીબ ગામમાં વિતાવ્યું. અહીં માત્ર અઠવાડિક હાટ બજાર ભરાતી હતી.



લોકો રસ્તાના કિનારે પોતાનો સામાન ફેલાવીને બેસી જતા અને દુકાનો જામી જતી. મને એ ખ્યાલ હતો કે હું અહીં એક-દોઢ વર્ષ રહેવાનો છું, તેથી મેં આ હાટમાં આવવા-જવાનું શરૂ કર્યું. હું ત્યાંથી વિવિધ પ્રકારની નકામી વસ્તુઓ ખરીદી લાવતો. કાચના ટુકડા, બંગડીઓ, નાની-મોટી ડબ્બીઓ અને ન જાણે બીજું શું શું! એક દિવસ હું મારી સાઈકલમાં હવા ભરી રહ્યો હતો ત્યારે મેં દુકાન પર સાઈકલની વાલ્વ ટ્યૂબ લટકેલી જોઈ. તે ૧૦ પૈસા પ્રતિ ફૂટના ભાવે મળતી હતી અને મેં ૧૦ ફૂટની ટ્યૂબ ખરીદી લીધી.

મને જુદા-જુદા પ્રકારની વસ્તુઓ આકર્ષે છે. પહેલા જ મહિનામાં મેં માચીસની સળીઓ સાથે પ્રયોગ કરવાનું શરૂ કર્યું. એક દિવસ, આવું કરતી વખતે ખૂબ મુશ્કેલીથી દીવાસળીની એક સળી સાઈકલના વાલ્વની ટ્યૂબમાં ચાલી ગઈ. બીજી બાજુથી મેં એક સ્પ્રિંગ લગાડી દીધી કે જેથી તે લચીલી જોડ બને. આ એક નવા સિલસીલાની શરૂઆત હતી. પહેલા મહિના દરમિયાન હું ઘણા બધા દ્વિ-પરિમાણીય આકાર બનાવતો રહ્યો. તમે ત્રિકોણ, લંબચોરસ, અષ્ટકોણ, પંચકોણ તમામ પ્રકારના આકારો બનાવી શકો. પછી તમે એક છિદ્ર પાડીને ત્રણ બાજુઓની જોડ બનાવી શકો, એમાંથી બે સળીઓને આરપાર કાઢીને તમે ચાર બાજુઓની જોડ બનાવી શકો, છની જોડ બનાવી શકો, તમે

તમામ પ્રકારના ત્રિ-પરિમાણીય આકાર બનાવી શકો છો અને આ બધું જ એવી વસ્તુઓમાંથી બની રહ્યું હતું જે અત્યંત સ્થાનિક હતી.

જો તમારી પાસે દીવાસળી ન હોય તો તમે ઘરમાં ચૂલો સળગાવી શકતા નથી. છ લાખથી વધુ ગામડાઓમાં જો કોઈ યાંત્રિક વસ્તુ ઉપલબ્ધ હોય તો તે છે સાઈકલ આમ, આ બંને વસ્તુઓ (સાયકલની વાલ્વ-ટ્યૂબ અને મેચસ્ટિક) સંપૂર્ણપણે સ્થાનિક વસ્તુઓ હતી અને આ જ એ પ્રખ્યાત મેચસ્ટિક મિકેનો હતી. ૧૯૮૫ માં, મેં મારું પહેલું પુસ્તક લખ્યું, જેને લોકોએ વ્યાપકપણે સ્વીકાર્યું અને ટૂંક સમયમાં ૧૨ ભાષાઓમાં પ્રકાશિત થયું. આ પુસ્તક હિટ બન્યું કારણ કે તેમાં કંઈક નવીન વાત હતી. તેમાં વસ્તુઓને માત્ર આમ-તેમથી ઉપાડીને મૂકી દેવામાં આવી ન હતી. તે કંઈક એવી વસ્તુ હતી જે માત્ર આપણા પોતાના વિશ્વમાંથી જન્મી હતી- અને તેની પાછળની વાર્તા માત્ર આટલી જ હતી.

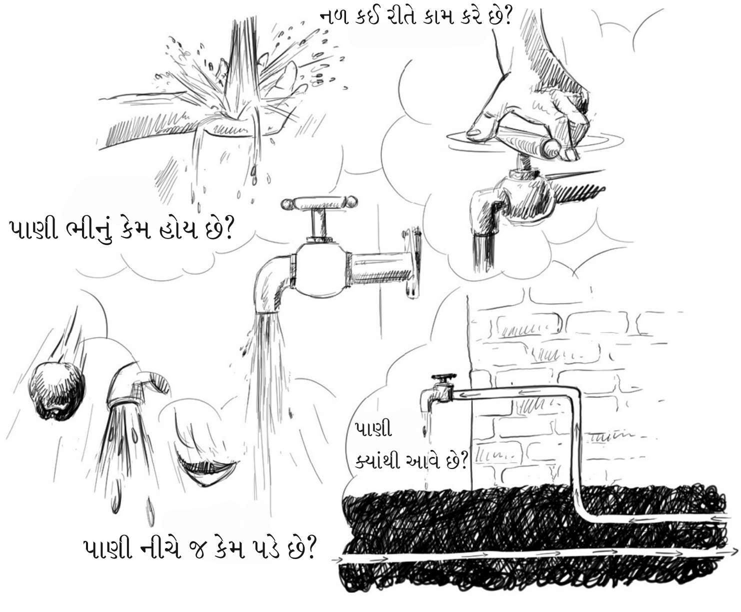
? વિવેક વેલાંકીઃ હવે લોકો તમને રમકડાં બનાવનાર, રમકડાના શોધક અને કચરામાંથી રમકડાં બનાવનાર જીનિયસ કહેવા લાગ્યા છે. તમે વિજ્ઞાનને પરંપરાગત પ્રયોગશાળામાંથી બહાર કાઢીને તેને રોજિંદા વપરાશની વસ્તુઓ સાથે જોડી દીધું છે. તમારા માટે આ વાત એટલી મહત્ત્વની શા માટે છે? શું તેનાથી આપણી શાળાઓમાં વિજ્ઞાન પ્રત્યેના આપણા વલણમાં પણ પરિવર્તન લાવી શકાશે?

અરવિંદ ગુપ્તાઃ જુઓ, મેં ભારતની ઓછામાં ઓછી ૨૫૦૦ શાળાઓની મુલાકાત લીધી છે અને ૩૦ દેશોમાં કામ કર્યું છે. હું જે પણ શાળામાં જાઉં છું ત્યાં તેમની વિજ્ઞાન પ્રયોગશાળા જરૂર જોવા ઈચ્છુ છું કારણકે આ વિષય સાથે મારો નાતો જ કંઈ એવો છે. દરેક શાળામાં, તે મ્યુનિસિપલ શાળા હોય, ગ્રામીણ શાળા હોય, ઉચ્ચ કક્ષાની આંતરરાષ્ટ્રીય શાળા હોય કે અન્ય કોઈ પણ શાળા હોય- ત્યાં તમને બ્યુરેંટ અને પીપેટ તો મળશે જ અને જો તમારી નજર થોડી તેજ હશે તો તમે આ બધાં સાધનો ઉપર ધૂળનાં પડ પણ સ્પષ્ટ જોઈ શકશો. આ બધી વસ્તુઓ સ્કૂલ ઈન્સ્પેક્શન માટે આવનારાને પ્રભાવિત કરવાના હેતુથી લાવવામાં આવે છે, બાળકોને ભણાવવાના હેતુથી નહીં. આ ખૂબ જ શરમજનક બાબત છે.

અભ્યાસક્રમ ઘણીવાર અત્યંત રાજકીય અને સંકુચિત હોય છે. જીવન આના કરતાં ઘણું વ્યાપક હોય છે. શાળામાં આવતાં પહેલાં બાળક ઘણું બધું વિજ્ઞાન કરી

ચૂક્યું હોય છે. પરંતુ શાળા પાસે બાળક અત્યાર સુધી શું કરી ચૂક્યું છે તે જાણવાની કોઈ રીત હોતી નથી. અને તેને જાણ્યા વિના જ આપણે તેને કંટાળાજનક અભ્યાસક્રમમાં ધકેલી દઈએ છીએ. આપણે દરેક બાળક પર તૈયાર પ્લાસ્ટરિંગ કરવાનું શરૂ કરી દઈએ છીએ, જ્યારે બાળક રસોઈ બનાવવાની રમત કરતાં, હરતાં-ફરતાં, આસપાસ રખડતાં, સમાજ સાથે જોડાવામાં ઘણા બધા વિજ્ઞાનમાંથી પસાર થઈ ગયું હોય છે. તમે નળ ખોલ્યો અને પાણી વહેવા લાગ્યું, આ નાની ક્રિયામાં પણ કેટલું બધું વિજ્ઞાન છુપાયેલું છે - પાણી ક્યાંથી આવ્યું, તે વહે છે કે નહીં?

કોઈના કંઈ પણ કહ્યા વિના, બાળકો હંમેશાં વિજ્ઞાન સાથે મથામણ કરતાં જ હોય છે. પહેલા હું વિચારતો હતો કે જો આપણે વર્ગખંડની શુષ્ક, કંટાળાજનક ચાર દિવાલોમાંથી વિજ્ઞાનને બહાર કાઢી લઈને તેને બાળકોના હાથમાં મુકી દઈએ; જ્યાં ખાલી મેચ બોક્સ અથવા રિફિલ પેન, વર્તમાન પત્ર, સાયકલની ટ્યુબ જેવી રોજિંદા વપરાશની વસ્તુઓ જો વિજ્ઞાનના પ્રયોગોનો વિષય બની જાય, તો બાળકો કેટલુંયે વધુ સારી રીતે શીખી શકશે.



? વિવેક વેલાંકીઃ તમે વિજ્ઞાનને લોકપ્રિય બનાવવા પ્રયત્નશીલ છો તેમ જ તમે આ દિશામાં ઘણું કામ પણ કર્યું છે. તમે ઘણાં બધાં પુસ્તકો લખ્યાં છે અને વીડિયો બનાવ્યા છે. અહીં પહેલો પ્રશ્ન એ થાય છે કે વિજ્ઞાનને લોકપ્રિય બનાવવું શા માટે આટલું મહત્ત્વપૂર્ણ છે?

અરવિંદ ગુપ્તાઃ જુઓ, આપણે એક લોકશાહી સમાજમાં રહીએ છીએ. આપણે કોઈ નિરંકુશવાદી રાજ્યના નાગરિક નથી. એક લોકશાહી સમાજમાં, વિજ્ઞાનના ફળ સમાજના સૌથી હાંસિયામાં ધકેલાઈ ગયેલા વર્ગો સુધી, સમાજના સૌથી ગરીબ વર્ગ સુધી પણ પહોંચવા જોઈએ. હું માત્ર વિજ્ઞાનનો હિમાયતી નથી. એ કેટલું સારું હશે જો વધુ બાળકો કવિતાઓ લખવા માંડે, કલાની રચના કરે, ભવ્ય વાર્તાઓ લખવા માંડે, વિજ્ઞાનનો અભ્યાસ કરવાનું શરૂ કરે... વિજ્ઞાન એ કોઈ ભગવાનની ગાય નથી, બધા વિષયોનું સમાન મહત્ત્વ છે. વિજ્ઞાને પરમાણુ બોમ્બ કે હાઈડ્રોજન બોમ્બ પણ બનાવ્યા છે અને તે ખૂબ જ શરમજનક બાબત છે. આજે વિશ્વની અડધાથી વધારે શોધ યુદ્ધ સંશોધન પર કેન્દ્રિત છે. આ તબક્કે આપણે વિજ્ઞાન પર સવાલ ઉઠાવવો પડશે. પરંતુ બીજી તરફ, વિજ્ઞાને જ આપણને રોજિંદી અનેક સમસ્યાઓના ઉકેલ પણ આપ્યા છે. ધારો કે આપણી પાસે પાણીનો પંપ છે અને સમગ્ર ગ્રામીણ ભારતમાં પીવાનું પાણી મેળવવાનો સૌથી સલામત રસ્તો પાણીનો પંપ છે, કારણ કે જો તમે ખુલ્લા પાણીના સ્રોતમાંથી પાણી લો છો તો તે પ્રદૂષિત હોઈ શકે છે પરંતુ જો તે પાણી જમીનની નીચે ૨૦૦ ફૂટની ઊંડાઈએથી કાઢવામાં આવે તો તે તુલનાત્મક રીતે વધુ સ્વચ્છ હશે અને તેને પીવામાં બહુ જોખમ નથી. તેથી, દરેકે એ સમજવું જોઈએ કે પંપ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે. 'પમ્પ્સ ફ્રોમ ધ ડમ્પ' નામનું એક પુસ્તક છે અને અમારી વેબસાઈટ પર ૩૦ પંપ બતાવવામાં આવ્યા છે. અમારી પાસે દરરોજ વિશ્વભરના શિક્ષકોના પત્રોનો ખડકલો થતો રહે છે, જેમાં અમેરિકન શિક્ષકોના પત્રોનો પણ સમાવેશ થાય છે. તેઓ કહે છે કે, તેમનાં બાળકો પ્રથમ વખત આ પંપ બનાવીને તે શીખી શક્યા છે કે પંપ કેવી રીતે કામ કરે છે.

? વિવેક વેલાંકીઃ તમે તમારાં લખાણોમાં વારંવાર એ સૂચવ્યું છે કે વર્તમાન શાળા વ્યવસ્થા, આપણાં પાઠ્યપુસ્તકો અને તેને ભણાવવાની શિક્ષણ પદ્ધતિ આ પ્રકારની વિચારસરણી માટે હાનિકારક છે. શું તમે ખાસ કરીને ભારતના સંદર્ભમાં વર્તમાન

શાળા વ્યવસ્થાની સમસ્યાઓ પર પ્રકાશ નાખી શકો છો ?

અરવિંદ ગુપ્તાઃ મેં અગાઉ કહ્યું હતું, અભ્યાસક્રમ- માની લો કે NCERT નો અભ્યાસક્રમ જ લઈએ... જ્યારે પ્રોફેસર કૃષ્ણ કુમાર NCERT ના ડિરેક્ટર હતા, ત્યારે ત્યાં કેટલાક હકારાત્મક પ્રયાસો કરવામાં આવ્યા હતા. મ્યુનિસિપલ શાળાઓ અથવા ગામડાની શાળાઓમાં ભણતા લાખો બાળકો માટે કદાચ પાઠ્યપુસ્તકો એકમાત્ર લેખિત સામગ્રી છે. તેમની પાસે વાર્તાઓનાં પુસ્તકો કે પૂરક સામગ્રી નથી હોતી. આ વાતને ધ્યાનમાં રાખીને કૃષ્ણ કુમારે કહ્યું કે જો આપણે આપણા દેશના શ્રેષ્ઠ લોકો, શ્રેષ્ઠ લેખકો, શ્રેષ્ઠ ચિત્રકારોને લઈને શાળાનાં પાઠ્ય પુસ્તકોમાં રચનાત્મક ઉર્જાનો સમાવેશ કરીશું, તો આપણે નાની સરખી પણ એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવીશું. તેમણે તેમના પાંચ વર્ષના કાર્યકાળ દરમિયાન આ દિશામાં સતત પ્રયાસો કર્યા હતા.

મારો વિશ્વાસ કરો, આજે NCERTનાં પુસ્તકો ખાનગી ક્ષેત્ર માટે પણ બેન્ચમાર્ક બની ગયાં છે. આ એન.સી.ઇ.આર.ટી. જ કરી શકી હોત, અને તેણે કરી બતાવ્યું. NCERT એ તો ખૂબ જ સકારાત્મક માર્ગ ખોલ્યો છે પરંતુ આપણે હજી પણ 'ચોક અને ટોક' પદ્ધતિના ઔપચારિક પ્રભાવ હેઠળ છીએ જ્યાં બાળકોને લેકચર આપવામાં આવે છે, બાળકોને ગોખણપટ્ટી કરવાનું કહેવામાં આવે છે અને તેઓ પરીક્ષામાં જે ગોખ્યું હોય તે ઑકી આવે છે. વિજ્ઞાન તો દરિયામાં તરવા જેવું છે. એનાથી કોઈ ફરક નથી પડતો કે તમે તરવામાં પી.એચ.ડી. કર્યું છે કે નહીં. જ્યાં સુધી તમે પાણીમાં છલાંગ નથી મારતા, તમારા હાથોથી છપાક-છપાક નથી કરતાં ત્યાં સુધી તમે તરવાનું શીખી શકતા નથી. વિજ્ઞાનનું પણ એવું જ છે. તમે બધાં સૂત્રો શીખી શકો છો. બધી વ્યાખ્યાઓ બરાબર યાદ રાખી શકો છો પરંતુ જ્યાં સુધી તમે અહીં- તહીં ભટકશો નહીં, તમારા હાથ ગંદા નહીં કરો, ખરેખરી વસ્તુઓ નહીં બનાવો, તેને સિદ્ધાંત સાથે જોડીને એ નહીં જોશો કે પરિણામ શું આવશે ત્યાં સુધી તમારું જ્ઞાન અધૂરું રહેશે, એક-આયામી રહેશે. મને લાગે છે કે આપણે ઊંડા શિક્ષણશાસ્ત્રીય પરિવર્તનની જરૂર છે. અને એ તો દેખાય છે કે સારાં સૂચનોની કોઈ કમી નથી, ઘણી પ્રગતિશીલ શાળાઓ પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિ વિશે વાત કરી રહી છે. હોશંગાબાદ સાયન્સ ટીચિંગ પ્રોગ્રામ પણ આપણી સામે છે. જે મારા મતે, વિજ્ઞાન શિક્ષણના

ક્ષેત્રમાં એક પથદર્શક પ્રયોગ હતો. તે સમગ્ર દેશમાં સૌથી મોટો પ્રવૃત્તિ આધારિત વિજ્ઞાન કાર્યક્રમ હતો જેમાં ૧૫૦૦ ગ્રામીણ શાળાઓને આવરી લેવામાં આવી હતી, જેમાં એક લાખથી વધુ બાળકો વિજ્ઞાન શીખતાં હતાં. પછી મધ્યપ્રદેશ સરકારે તેને બંધ કરી દીધો, જે ખૂબ જ શરમજનક બાબત છે.

? વિવેક વેલાંકીઃ તમે સમયાંતરે ઉચ્ચ શિક્ષણ વિશે પણ વાત કરી છે. ૨૦૦૮ માં તમારા એક ઈન્ટરવ્યૂમાં, તમે એ પણ વાત કરી હતી કે જ્યારે બાળકો માધ્યમિક શિક્ષણના વર્ગમાં પહોંચે છે ત્યારે શું થાય છે. તમે કહ્યું હતું કે, ''આજે IIT કોચિંગ ઉદ્યોગ રૂ.૧૦,૦૦૦ કરોડને વટાવી ગયો છે. માતા-પિતાના ઉગ્ર દબાણથી, તે બાળકોની બુદ્ધિમત્તા અને સર્જનાત્મકતાને ટીપી-ટીપીને સાવ મંદ કરી નાખે છે. આ બર્બરતાનો અંત લાવવો જરૂરી છે.'' શું તમે આ વિશે કંઈક કહેવા માંગો છો?

અરવિંદ ગુપ્તાઃ આ વાત મને ખૂબ જ ઊંડે ઊંડે ખૂંચે છે. મને લાગે છે કે રૂ.૧૦,૦૦૦ કરોડ પણ હવે ખૂબ જ નાની રકમ છે, આ ઉદ્યોગ આના કરતાં પણ વધુ ફેલાયેલો છે, કારણ કે આજે જેને પણ IITમાં પ્રવેશ મેળવવો હોય તેને આ કોચિંગ ફેક્ટરીઓમાંથી તો પસાર થવું જ પડે છે. પહેલા આ કોચિંગ બાળકની ૧૦મા ધોરણની પરીક્ષા પછી શરૂ થતું અને બે વર્ષ તમે તેમાં અટકી જતાં હતાં. હવે આ સંસ્થાઓ છઠ્ઠા કે સાતમા ધોરણનાં બાળકોને પણ પોતાની જાળમાં ફસાવે

છે. આ ભયાનક દુકાનોમાં બાળકોને ભયંકર માનસિક ત્રાસ સહન કરવો પડે છે. અહીં તેમની જિજ્ઞાસા, વસ્તુઓને ઉકેલવાની તેમની ઇચ્છા, બધું જ નાશ કરી દેવામાં આવે છે. હું મારા પોતાના અનુભવ પરથી કહી શકું છું. ચાલીસ વર્ષ પહેલાં આપણી પાસે કોઈ કોચિંગ ઇન્સ્ટિટ્યૂટ ન હતી. અમે સામાન્ય કુશાગ્ર બુદ્ધિ ધરાવતાં બાળકો હતાં અને વિશ્વ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તે અંગે જિજ્ઞાસા ધરાવતાં હતાં. IITમાં પહોંચ્યા પછી પણ અમે ઘણી રસપ્રદ વસ્તુઓ કરતા હતા. જ્યારે અમે જોયું કે મેસ કર્મચારીઓનાં બાળકો શાળાએ જઈ શકતાં નથી, ત્યારે અમે તેમના માટે એક શાળા બનાવી. જો કોઈ અન્યાય થતો હતો તો અમે તેની સામે અવાજ ઉઠાવતા હતા. મને લાગે છે કે આજકાલ માતાપિતાએ તેમનાં બાળકોનાં કોચિંગમાં એટલું બધું રોકાણ કરી દીધું હોય છે કે બાળકો પાસે એક સીધી લકીર પર ચાલવા સિવાય કોઈ વિકલ્પ જ નથી હોતો. તેમની પાસે પ્રશ્નોના જવાબો આપવા, વિદેશમાં જવા અને મોટી રકમ કમાવવાની ધૂન સવાર હોય છે. તેથી જ તેમાંના ઘણા બધા ફાઇનાન્સ અને એવા અન્ય ક્ષેત્રોમાં જતા રહે છે જેનો તેમના અભ્યાસ સાથે દૂર દૂર સુધી કોઈ સંબંધ નથી.

તદુપરાંત, અગાઉ આઈઆઈટીમાં સ્નાતક કાર્યક્રમો પણ પાંચ વર્ષના સમયગાળાના હતા અને તેમાં સામાજિક વિજ્ઞાનનો ઘણો મોટો ભાગ રહેતો

હતો. જો તમને પ્રોફેસર યશપાલ કમિટિ વિશે યાદ હોય, જેની રચના જ એ ઉકેલ મેળવવા માટે કરવામાં આવી હતી કે IITના શિક્ષણને કેવી રીતે વધુ વ્યાપક બનાવી શકાય, તો તમે એ જોશો કે સમિતિએ સ્પષ્ટપણે ઉલ્લેખ કર્યો છે કે ન માત્ર સામાજિક વિજ્ઞાનના અભ્યાસક્રમોનો જ સમાવેશ કરવો જોઈએ પરંતુ IITમાં સમયાંતરે સંગીતના કાર્યક્રમો પણ યોજવા જોઈએ. પ્રો.યશપાલે ખાસ ઉલ્લેખ કર્યો છે કે તમારે આઈઆઈટીમાં કલાકારો અને કારીગરોની કાયમી નિમણૂક કરવી જોઈએ અને સામાજિક વિજ્ઞાનના આ પાસાં ઉપર ખૂબ ગંભીરતાથી ધ્યાન આપવું જોઈએ. વાસ્તવમાં, એક સામાજિક વિજ્ઞાન જ છે જે આપણને સમાજ વિષેના મૂલ્યો અને માન્યતાઓ શીખવે છે અને જો તમે કોઈપણ સમસ્યાને જોશો, તો તેનું તકનીકી પરિમાણ ઘણું જ નાનું હોય છે, પરંતુ તેનું રાજકીય પરિમાણ અનેક ગણું મોટું હોય છે.

? વિવેક વેલાંકીઃ તમારી વેબસાઇટ ઉપર પણ આ સમસ્યાનાં પુસ્તકો અને અભ્યાસ સામગ્રીનો ખજાનો ખડકાયેલો છે. આ સંકલિત પાઠ્યસામગ્રી એ શિક્ષણ પ્રક્રિયાના અભિન્ન અંગ તરીકે ધ્યાનમાં લેવાની તમારી માન્યતાનું પરિણામ છે. શું તમે આના પર થોડો પ્રકાશ પાડવા માંગો છો?

અરવિંદ ગુપ્તાઃ મારી વેબસાઇટ પર એક સ્લોગન છે જે સિત્તેરના દાયકામાં ઓક્સફામ દ્વારા પ્રકાશિત કરાયેલા એક પોસ્ટરમાંથી ચોરી કરવામાં આવ્યું છે. સૂત્ર છે - ''વિશ્વના કોઈક ખૂણામાં, ઈજનેરો કેટલાક લોકોને અવાજની ગતિ કરતાં વધુ ઝડપથી ઉડાડવાના જુગાડ કરી રહ્યા છે, અને વિશ્વના ઘણા બધા ભાગોમાં ઈજનેરો એવા લોકોની દુનિયામાં પ્રકાશ લાવી રહ્યા છે જેમની પાસે ઉડવાનો કોઈ ચારો નથી.'' આ સૂત્ર અમારા સમયના વિરોધાભાસને નિર્દયતાથી ઉજાગર કરે છે. મેં હજારો શાળાઓની મુલાકાત લીધી છે અને જ્યાં પણ ગયો છું, પુસ્તકાલયોને તાળામાં બંધ જ જોયા છે. એવી એકલ-દોકલ શાળાઓ હશે જ્યાં એક મહેનતુ આચાર્ય અને ગ્રંથપાલ હોય, પરંતુ ઘણું ખરું શાળાની લાઈબ્રેરીને બંધ જ જોઈ છે, ક્યાંક લાઈબ્રેરી હોય તો પણ બાળકોને પુસ્તકો નથી મળતા, અત્યારે આધુનિક ટેક્નૉલૉજી આપણને વિશ્વના આ સૌથી ધનાઢ્ય ખજાનાને વહેંચવાની સુવિધા આપે છે.

પ્રોજેક્ટ ગુટેનબર્ગ એક ભવ્ય સ્વપ્ન હતું. કેટલાક ખૂબ જ વિશિષ્ટ દિમાગોએ આ

સ્વપ્ન જોયું હતું અને તેમનું સૂત્ર હતું "એક બિલિયન લોકો માટે એક મિલિયન પુસ્તકો." વિશ્વના દરેક પુસ્તકનું, દરેક ભાષાના એકેએક પુસ્તકનું ડિજિટલ વર્ઝન બનાવીને તેને વિનામૂલ્યે ઉપલબ્ધ કરાવી શકાય છે. આ ૧૦ વર્ષ પહેલાની ટૅકનૉલૉજી હતી. ખૂબ જ નાના પાયા પર, હું મારી વેબસાઇટ પર પણ કંઈક આવું જ અજમાવી રહ્યો છું. અમે વિશ્વભરમાંથી શિક્ષણ, પર્યાવરણ, વિજ્ઞાન, અવકાશ અને બાળ સાહિત્ય એકત્રિત કરીએ છીએ અને તેનો હિન્દી, મરાઠી અને અન્ય ઘણી વિવિધ ભાષાઓમાં અનુવાદ કરીએ છીએ. પછી અમે તેની પીડીએફ બનાવીએ છીએ અને તેને અમારી વેબસાઇટ પર અપલોડ કરીએ છીએ. આજે આ વેબસાઈટ પર ૪,૦૦૦ પુસ્તકોનો સંગ્રહ કરવામાં આવ્યો છે અને દરરોજ હજારો પુસ્તકો અમારી વેબસાઈટ પરથી ડાઉનલોડ થઈ રહ્યા છે. આ જોઈને અમને થોડો સંતોષ થાય છે કારણ કે ડિજિટલ પુસ્તકો આપણું ભવિષ્ય છે. મને ખબર નથી કે આત્મા અને પરમાત્મા કઈ બલાનું નામ છે પરંતુ જ્યારે હું મરીશ, ત્યારે આ વેબસાઇટ સાયબર સ્પેસમાં ક્યાંક તરતી રહેશે. આ જ મારા આત્માની સાચી અભિવ્યક્તિ હશે. અમારી પાસે વિવિધ ભાષાઓમાં હજારો પુસ્તકો છે. આપણી ૨૨ સત્તાવાર ભાષાઓ છે, જેમાંથી મોટાભાગની ભાષામાં પુસ્તકો પુનઃમુદ્રિત કરી શકાતા નથી કારણ કે પ્રકાશકો માટે તે નફાકારક નથી. પરંતુ આ પુસ્તકોને ડિજિટલાઇઝ કરીને અમારી વેબસાઇટ પર મૂકી શકાય છે. આમાં કેટલીક ટેકનિકલ સમસ્યાઓ છે. લેખકના મૃત્યુ પછી તમારે ૬૦ વર્ષ સુધી રાહ જોવી પડશે. આ કૉપીરાઇટ કાયદાની જોગવાઈ છે. આ કૉપીરાઇટ કાયદાઓ ક્યારેક ગુફા યુગમાં બનાવવામાં આવ્યા હશે. હવે દુનિયા ઘણી આગળ વધી ગઈ છે અને આપણે નવેસરથી વિચારવાની જરૂર છે. જે પુસ્તકો ૨૦ વર્ષ જૂનાં છે અથવા હવે બજારમાં ઉપલબ્ધ નથી, તેને ડિજિટલ કરીને વેબસાઇટ પર મુકવા જોઈએ જેથી તમામ બાળકો અને સમગ્ર માનવજાત તેનો લાભ લઈ શકે.

? વિવેક વેલાંકી: તમને બાળસાહિત્ય પ્રત્યે પણ ઊંડો પ્રેમ છે અને મને લાગે છે કે આ ચર્ચાના અંતે અમારે તમારાં સૌથી પ્રિય પુસ્તકનો ચોક્કસપણે ઉલ્લેખ કરવો જોઈએ, જે પુસ્તક તમારા મતે બધા વાચકોએ વાંચવું જોઈએ.

અરવિંદ ગુપ્તા: 'સડાકો એન્ડ ધ થાઉઝન્ડ પેપર ક્રેન્સ' મારાં પ્રિય પુસ્તકોમાંનું એક

છે. મેં તેનો હિન્દીમાં અનુવાદ પણ કર્યો છે. તે સડાકોની સત્ય ઘટના પર આધારિત છે. અમેરિકાએ હિરોશિમા પર એટમ બોમ્બ ફેંક્યો ત્યારે સડાકો માત્ર બે વર્ષની હતી. જ્યાં બોમ્બ મુકાયો હતો ત્યાંથી સડાકોનું ઘર નવ કિલોમીટર દૂર હતું અને તેથી સડાકોનો જીવ બચી ગયો હતો. હિરોશિમાના પુનર્નિર્માણ પછી, તેણીએ શાળાએ જવાનું શરૂ કર્યું. તેણી તેની શાળામાં દરેકની પ્રિય હતી. થોડાં વર્ષો પછી, એકવાર તે સ્કૂલ રિલે રેસ માટે પ્રેક્ટિસ કરી રહી હતી. આ દરમિયાન તેને મેદાનમાં ચક્કર આવવા લાગ્યા અને સુસ્તી લાગી. શાળાના લોકો તેને નજીકની રેડક્રોસ હૉસ્પિટલમાં લઈ ગયા. હૉસ્પિટલમાં તપાસ કરતાં જાણવા મળ્યું કે તે લ્યુકેમિયા એટલે કે બ્લડ કેન્સરથી પીડિત છે. આ જાણીને તેનું હૃદય બેસી ગયું. પછી એક દિવસ તેની સહેલી શિઝુકો તેને મળવા આવી. તેણે સડાકોને કહ્યું કે જાપાનમાં એક કહેવત છે કે જો તમે કાગળમાંથી ૧૦૦ નાની સારસ (ક્રેન્સ) બનાવશો તો ભગવાન તમારી પ્રાર્થના મંજૂર કરશે. પહેલી રાત્રે સડાકોએ કાગળની બે સારસ બનાવી. તેના માટે જીવનની તમામ આશા કાગળના આ ટુકડાઓમાં જ રહી ગઈ હતી. છ મહિનામાં તો ૫૬૫ સારસ બનાવી અને પછી તેણીએ અમારી વચ્ચેથી વિદાય દીધી. તેની સ્મૃતિમાં આજે 'ઇન્ટરનેશનલ સોસાયટી ઑફ પેપર ક્રેન્સ' કાર્યરત છે. દર વર્ષે ૨ કરોડથી વધુ બાળકો કાગળની સારસ બનાવે છે અને તેને હિરોશિમા મોકલે છે. આ સમગ્ર કવાયતનો સંદેશ છે કે આ અમારી પ્રાર્થના છે, આ અમારા આંસુ છે, ફરીથી યુદ્ધ ન થવું જોઈએ.'આપણું મોટા ભાગનું સાહિત્ય યુદ્ધ વિશે જ છે. આપણા દેશમાં શાંતિ

પર સારું પુસ્તક મળવું મુશ્કેલ છે. તેથી જ મેં આ પુસ્તકનો અનુવાદ કર્યો છે અને તે હવે સાત ભારતીય ભાષાઓમાં પ્રકાશિત થયું છે. હું વધુ યુદ્ધ વિરોધી પુસ્તકોનો અનુવાદ કરવા માંગુ છું. તે શાંતિની ચાહ-ઈચ્છાની વાત છે. તમે આ પુસ્તક વેબસાઇટ પરથી પણ ડાઉનલોડ કરી શકો છો. હું દરરોજ ત્રણ કલાક હિન્દીમાં અનુવાદ કરું છું. પરિણામે, હવે હિન્દીમાં ઘણાં પુસ્તકો છે જે તમે મારી વેબસાઇટ પરથી ડાઉનલોડ કરી શકો છો.

અરવિંદ ગુપ્તા: વિજ્ઞાન અને વૈજ્ઞાનિક પ્રવૃત્તિઓ પર લગભગ ૨૫ પુસ્તકો લખ્યાં છે અને ૧૭૦ પુસ્તકોનો હિન્દીમાં અનુવાદ કર્યો છે. તેમની વિજ્ઞાન પર આધારિત ૧૨૫ ફિલ્મો દૂરદર્શન પર પણ રજૂ કરવામાં આવી છે. તેમને ઘણાં બધાં સન્માનથી નવાજવામાં આવ્યા છે જેમાં 'સાઇન્સ પોપ્યુલરાઈઝેશન અમંગસ્ટ ચિલ્ડ્રન'નો પહેલો રાષ્ટ્રીય પુરસ્કાર (૧૯૮૮) ઉલ્લેખનીય છે. ૨૦૧૮માં તેમને પદ્મશ્રીથી પણ નવાજવામાં આવ્યા હતા. વિજ્ઞાન, રમકડાં અને પુસ્તકો પ્રત્યે તેમના પ્રેમને તેઓ તેમની વેબસાઈટ https://www.arvindguptatoys.com દ્વારા વહેંચે છે.

વિવેક વેલાંકી: હાલમાં, મિશિગન સ્ટેટ યુનિવર્સિટીમાં કોલેજ ઓફ એજ્યુકેશનના અભ્યાસક્રમ, ઈન્સ્ટ્રક્શન અને શિક્ષક પ્રશિક્ષણ વિભાગમાં પી.એચ.ડી. કરે છે. જે સમયે આ ઇન્ટરવ્યૂ રેકોર્ડ કરવામાં આવ્યો તે સમયે તેઓ રીજનલ રીસોર્સ સેન્ટર ફોર એલીમેન્ટરી એજ્યુકેશન (RRCEE), દિલ્હી યુનિવર્સિટીમાં પ્રોજેક્ટ ઓફિસરના પદ ઉપર કામ કરતા હતા. આંતરરાષ્ટ્રીય શૈક્ષણિક સુધારા, આલોચનાત્મક સિદ્ધાંત, જાતિ,નસ્લ અને જેન્ડરના પ્રશ્નો તેમના સંશોધનના મુખ્ય વિષય રહ્યા છે.

સંપર્કઃ vivek vellanki@gmail.com

અંગ્રેજીમાંથી અનુવાદઃ યોગેન્દ્ર દત્ત.

બધાં ચિત્રોઃ નિશિત મહેતાઃ વડોદરાની મહારાજા સયાજીરાવ યુનિવર્સિટીમાંથી વિઝ્યુઅલ આર્ટ્સમાં સ્નાતક અને કલા ઇતિહાસના વિષયમાં અનુસ્નાતક કર્યું છે. ચિત્રકાર, લેખક અને એટલાસ સ્કિલટેક યુનિવર્સિટી, મુંબઈમાં સહાયક પ્રોફેસર.

આ ઇન્ટરવ્યૂ એ ડાયલોગ એજ્યુકેશન શ્રેણી હેઠળ પ્રારંભિક શિક્ષા સંસાધન કેન્દ્ર ફોર એલિમેન્ટરી એજ્યુકેશન (RRCEE), દિલ્હી યુનિવર્સિટી દ્વારા રેકોર્ડ કરાયેલ ઇન્ટરવ્યૂનું સંપાદિત સંસ્કરણ છે. આ સંગ્રહમાંની મુલાકાતો www.rrcee.net પર લેખિત અને શ્રાવ્ય માધ્યમોમાં પણ જોઈ શકાય છે. સંપાદક વિવેક વેલાંકી અને પૂનમ બત્રા.

ગુજરાતી અનુવાદઃ કૌશિક ચોનકર (આર્ચના વિજ્ઞાન શિક્ષણ કાર્યક્રમ સાથે જોડાયેલા છે)

હિંદી સંદર્ભ અંક : ૧૪૪ માંથી સાભાર

અવકાશી પદાર્થોની હિલચાલની સમજૂતી

આપણે શા માટે કહીએ છીએ કે પૃથ્વી સૂર્યની આસપાસ ફરે છે?

ઉમા સુધીર

લેખોની આ શ્રેણીના છેલ્લા બે લેખોમાં, આપણે વિવિધ અવકાશી પદાર્થોની આભાસી ગતિ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કર્યું હતું, જે પૃથ્વીની પોતાની ધરી પર પરિભ્રમણને કારણે દેખાય છે. આપણે એ પણ જોયું કે જો ચંદ્ર પૃથ્વીની પરિક્રમા કરતો હોય તો પૃથ્વી પરથી શું જોવા મળશે. આપણને નાની ઉંમરે પણ શીખવવામાં આવે છે કે પૃથ્વી સૂર્યની પરિક્રમા કરે છે અને એક ચક્કર મારવામાં (એક ક્રાંતિ)એક વર્ષ (અથવા ૩૬૫ અને ¼ દિવસ) લાગે છે.

આ લેખમાં આપણે સૌપ્રથમ તો એ શોધવાનો પ્રયત્ન કરીશું કે, જો આપણા બધા સામાન્ય-સહજ જ્ઞાનથી વિપરીત, પૃથ્વી સૂર્યની આસપાસ ફરે તો આકાશમાં આપણે શું જોવાની અપેક્ષા રાખી શકીએ. જેમ આપણે પૃથ્વીની આસપાસ ચંદ્રની પરિક્રમા સાથે કર્યું તેમ, આપણે એ અનુમાન કરવાનો પ્રયત્ન કરીશું કે આપણા અવલોકનો પરિક્રમાની દિશા વિશે શું કહે છે. આ પછી આપણે આપણી આગાહીઓની પુષ્ટિ કરવા માટે રાત્રિના આકાશનું વ્યવસ્થિત અવલોકન કરીશું. આ લેખના છેલ્લા ભાગમાં આપણે એવી કેટલીક ગડબડની ચર્ચા કરીશું. જે આપણે પૃથ્વી-કેન્દ્રિત મોડલ છોડીને સૂર્ય-કેન્દ્રિત મોડલ અપનાવ્યા ત્યારે ઉકેલાઈ ગઈ. તેમાં આકાશમાં ભટકતા નાગરિકો એટલે કે ગ્રહોની ગતિનું અવલોકન સામેલ હશે. આ માટે, આપણે સૂર્ય-કેન્દ્રિત મોડેલની ધારણાઓને સ્વીકારીશું અને તેને આપણા અવલોકનો સાથે સાંકળવાનો પ્રયાસ કરીશું, એવા અવલોકનો જે લગભગ બે મહિનાના સમયગાળામાં કરી શકાય. પછી આપણે ચર્ચા કરીશું કે ફક્ત વધારે સરળ હોવાને કારણે જ સૂર્યકેન્દ્રી મોડેલ સૌરમંડળનું એક વધારે સારું પ્રતિનિધિત્વ બની જાય છે.

સૂર્ય એ સૌરમંડળનો 'સ્ટાર'-'તારો' છે

સૂર્યમંડળનું સૂર્યકેન્દ્રી મોડલ જણાવે છે કે તમામ ગ્રહો સૂર્યની આસપાસ ફરે છે (આપણે પૃથ્વીની ગતિથી શરૂઆત કરીશું), અને સૂર્યમંડળ અસંખ્ય

તારાઓ (અને નિહારિકાઓ)થી ઘેરાયેલું છે જે ખૂબ દૂર છે (સૌથી નજીકનો તારો ચાર પ્રકાશવર્ષના અંતરે છે). જો કે, વિવિધ તારાઓ અને નિહારિકાઓ પણ ગતિ કરી રહ્યા છે પરંતુ તેમની સાપેક્ષ સ્થિતિમાં પરિવર્તનને એક જીવન કાળમાં જોઈ શકાતું નથી; તેથી, આ લેખના સંદર્ભમાં આપણે ધારી શકીએ છીએ કે તેઓ એકબીજાની સાપેક્ષ અને સૂર્યમંડળને સાપેક્ષ સ્થિર છે. આ જ કારણ છે કે આપણે એક જ તારામંડળને-નક્ષત્રને વારંવાર જોતા હોઈએ છીએ અને તારામંડળના વિવિધ તારાઓનું સાપેક્ષ અંતર પણ અકબંધ રહે છે.(૧)

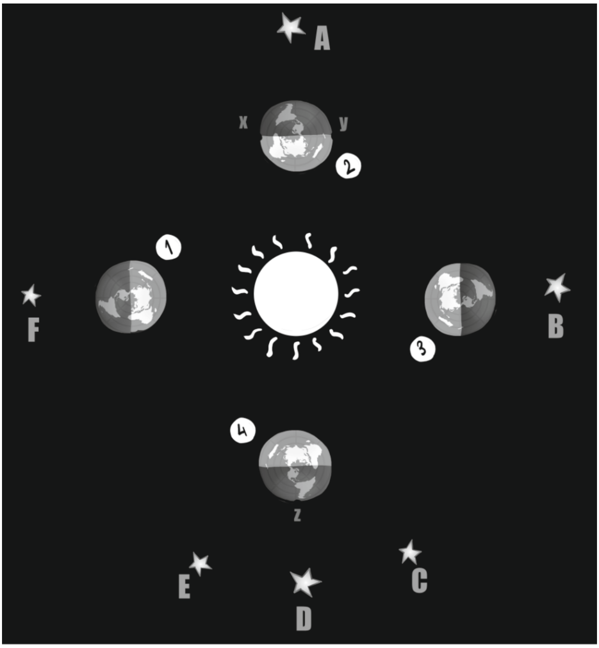
પરંતુ જ્યારે અંધારું હોય છે, ત્યારે શું આખા વર્ષ દરમિયાન આકાશના ચોક્કસ ભાગમાં એજ તારામંડળો દેખાય છે? જો તમે ઉનાળાની રાત્રે ખુલ્લામાં સૂઈ જાઓ છો, તો શું તમને શિયાળાની રાતોમાં જોવા મળતાં નક્ષત્રો જ દેખાય છે? રાત્રે જો પૃથ્વી એ તારાઓ (તારામંડળો- જે એકબીજાની સાપેક્ષ સ્થિર છે) થી ઘેરાયેલા સૌરમંડળનો ભાગ છે. તો આપણે શું જોવાની અપેક્ષા રાખીશું? અહીં આપેલ ચિત્ર જુઓ (આકૃતિ-૧), જેમાં પૃથ્વી ને સૂર્યની આસપાસની પોતાની ભ્રમણકક્ષામાં ચાર અલગ-અલગ બિંદુઓ પર બતાવવામાં આવી છે.

હાલ પૂરતું ધારીલો કે આપણે ધ્રુવ તારાની દિશામાંથી પૃથ્વીને જોઈ રહ્યા છીએ. પૃથ્વીની સૂર્યની આસપાસની ભ્રમણકક્ષા સંપૂર્ણપણે ગોળાકાર નથી. આ એક લંબગોળ છે. અલબત્ત, આગળના લેખમાં આપણે જોઈશું કે ગોળાઈમાં આ વિચલન એટલું નાનું છે કે તેને અવગણી શકાય છે. ચિત્રને સરળ રાખવા માટે, ચંદ્ર અને અન્ય ગ્રહો બતાવવામાં આવ્યા નથી. દેખીતી રીતે, દરેક કિસ્સામાં પૃથ્વીના તે ભાગમાં રાત હશે જે સૂર્યની સામે નથી અને બાકીના ભાગમાં દિવસ હશે. અલબત્ત, તારાઓ ખૂબ ખૂબ દૂર છે, પરંતુ સગવડ માટે તેઓ પૃથ્વીની ભ્રમણકક્ષાની નજીક બતાવવામાં

(૧) દેખીતી રીતે, આ એક ભ્રમણા છે. એવું જરૂરી નથી કે કોઈ પણ નક્ષત્રના તારાઓ અન્ય તારાઓની સરખામણીમાં વાસ્તવમાં એકબીજાની વધુ નજીક હોય. તેમની દેખીતી નિકટતા ફક્ત એટલા માટે અસ્તિત્વમાં છે કારણ કે તેમનો પ્રકાશ અવકાશના સમાન પ્રદેશમાંથી આપણા સુધી પહોંચે છે. હકીકતમાં, તેઓ એકબીજાથી હજારો પ્રકાશ વર્ષ દૂર હોઈ શકે છે. એટલું જ નહીં, આપણા મનપસંદ નક્ષત્રોમાંના કેટલાક તારાઓ ખરેખર ખૂબ દૂરની નિહારિકાઓ છે.

આવ્યા છે. જ્યારે પૃથ્વી ૧ સ્થાન પર હશે, ત્યારે તારો F રાત્રે દેખાશે પરંતુ તારો B? તારો B આ સ્થાને આકાશમાં સૂર્યની પાછળ હોવાથી, તે દેખાશે નહીં. એ જ રીતે, જ્યારે પૃથ્વી તેની ભ્રમણકક્ષામાં સ્થાન ૩ પર હશે, ત્યારે તારો B દેખાશે પરંતુ તારો F નહીં.

જ્યારે પૃથ્વી ૪ સ્થાન પર હશે, ત્યારે આકાશ કેવું દેખાશે? Z ચિહ્નિત સ્થળ પર ઊભેલી વ્યક્તિ માટે, સમય લગભગ મધ્ય-રાત્રિનો હશે(સૂર્યની સ્થિતિ જુઓ, વ્યક્તિને મધ્યાહ્નનો સૂર્ય સીધો જ ઉપરથી જોવા પહેલાં હજુ ૧૨ કલાક બાકી છે). અગાઉનો લેખ યાદ કરો કે જો આપણે ધ્રુવ તારાની દિશામાંથી પૃથ્વીને જોઈએ, તો તે તેની ધરી પર ઘડિયાળની વિરુદ્ધ દિશામાં ફરતી હોય તેવું લાગે છે. અને મધ્યરાત્રિએ પોઈન્ટ Z પર ઊભેલી આ વ્યક્તિ માટે, તારો D માથા ઉપર હશે જ્યારે તારો E પશ્ચિમી આકાશમાં હશે અને ટૂંક સમયમાં અસ્ત થશે જ્યારે તારો C પૂર્વીય આકાશમાં દેખાશે.



ચિત્ર : પ્રશ્મીશ્રી

ચિત્ર-૧: પૃથ્વી સૂર્યની ચારે તરફ પોતાની કક્ષાની ચાર અલગ સ્થિતિમાં. પ્રત્યેક સ્થિતિમાં કયા તારા દેખાશે? પ્રત્યેક તારા કે નક્ષત્ર ક્યારે ઊગશે કે આથમશે?

અને જ્યારે પૃથ્વી સ્થાન ૨ પર હોય ત્યારે E અને C તારાઓના દેખાવા વિશે તમે શું કહેશો? ફરી એકવાર યાદ કરો કે પૃથ્વીને ધ્રુવ તારાની દિશામાંથી જોવામાં આવે તો, તે ઘડિયાળની વિરુદ્ધ દિશામાં ફરતી દેખાય છે અને ૨૪ કલાકમાં એક પરિભ્રમણ પૂર્ણ કરે છે. તેથી જો આપણે કલ્પના કરીએ કે પૃથ્વીની સ્થિતિ ૨ માં બે લોકો X અને Y પર ઊભા છે તો તેમાંથી એક લગભગ સૂર્યાસ્તના સમયની નજદીક છે જ્યારે બીજો સૂર્યોદયની નજીક છે. મને ખાતરી છે કે તમને એ સમજવામાં કોઈ મુશ્કેલી નહીં પડે કે X અને Y માંથી કોને માટે સવારે ઊઠવાનો સમય થયો છે. આગળ વધતાં પહેલા આ સમસ્યા બરાબર ઉકેલી લો જેથી કરીને તમે મૂંઝવણ વગર વાંચવાનું ચાલુ રાખી શકો.

હું આશા રાખું છું કે તમે સમજો છો કે તારો E સૂર્યોદય પહેલાં પૂર્વીય આકાશમાં હશે અને તારો C સૂર્યાસ્ત પછી પશ્ચિમ આકાશમાં દેખાશે (અને ચોક્કસ, આ બન્ને લોકો તારો D જોઈ શકશે નહીં કારણ કે તે સૂર્યની એકદમ પાછળ છે અને સૂર્યની ચકાચૌંધમાં છુપાયેલો રહેશે). પરંતુ જ્યારે પૃથ્વી પોતાની ભ્રમણ કક્ષામાં આગળ વધશે ત્યારે થોડા દિવસ બાદ પરિસ્થિતિ કેવી બદલાશે? જો પૃથ્વી ૨ ની સ્થિતિથી ૧ પર જશે ત્યારે તારો C સૂર્યની પાછળ હશે અને તારો D સવાર સવારમાં પૂર્વ આકાશમાં અલબત દેખાવા માંડશે; અને તારો E તેનાથી પણ વહેલો ઉદય પામ્યો હશે અને સૂર્યોદયથી ઘણો વહેલા પૂર્વીય આકાશમાં સારી રીતે દેખાશે. જો પૃથ્વી ૨ ની સ્થિતિથી ૩ ની સ્થિતિમાં ગતિ કરે છે તો તો સૂર્યાસ્ત પછી તરત જ તારો D પશ્ચિમી આકાશમાં દેખાશે, જ્યારે તારો C સૂર્યાસ્તના સમયે પશ્ચિમ આકાશમાં ખૂબ ઉપર હશે. એટલે તારો D પહેલા અસ્ત થશે અને એકાદ કલાક પછી તારો C અસ્ત થશે. આ કિસ્સામાં તારો E જે સૂર્યની પાછળ હશે અને આકાશમાં દેખાશે નહીં.

દેખીતી રીતે, પૃથ્વીની પરિભ્રમણની દિશા નક્કી કરવા માટે આપણે રાત્રિનું આકાશ કેવી રીતે બદલાય છે તે જોવું પડશે. તેના આધારે નક્કી કરવામાં આવશે કે પૃથ્વી સ્થિતિ ૨ થી સ્થિતિ ૧ તરફ આગળ વધે છે કે સ્થિતિ ૩ તરફ. ધ્રુવ તારા તરફથી જ પૃથ્વીને જોતા, જો તે સ્થિતિ ૨ થી સ્થિતિ ૧ તરફ આગળ વધે તો તેને ઘડિયાળની વિરુદ્ધ દિશામાં (એન્ટિક્લોકવાઇઝ) કહીશું અને જો તે સ્થિતિ ૨ થી સ્થિતિ ૩

પર જશે તો તેને ઘડિયાળની દિશામાં (ક્લોકવાઇઝ) કહીશું. વાસ્તવિક દિશા શું છે અને તેને શોધવા માટે આપણે કેટલા દિવસ આકાશ દર્શન કરવું પડશે?

પૃથ્વીની ફરતે ચંદ્રની ગતિની દિશા જાણવા માટે આપણે જે કવાયત કરી હતી, તેવી જ કવાયત અહીં પણ કરવી પડશે. યાદ કરીએ કે પૃથ્વીની સૂર્યની આસપાસની ભ્રમણકક્ષાને એક વર્તુળ ગણી શકાય અને પૃથ્વીને આ વર્તુળ પૂર્ણ કરવામાં ૩૬૫ દિવસ લાગે છે. એક વર્તુળ ૩૬૦ ડિગ્રી હોવાથી, એવું માની શકાય છે કે પૃથ્વી દરરોજ લગભગ ૧ ડિગ્રી આગળ વધે છે. તેથી, જો આપણે દરરોજ રાત્રે ચોક્કસ સમયે આકાશ તરફ જોઈએ, તો તારાઓની સ્થિતિ દરરોજ રાત્રે એક ડિગ્રી બદલાઈ હશે. જો કે,આ ફેરફાર એટલો નાનો છે કે તે કોઈ પણ સાધનની મદદ વગર તેને ખુલ્લી આંખે પકડવું શક્ય નથી. પરંતુ જો આપણે જોઈએ કે કોઈ પણ દિવસે એક નિશ્ચિત સમયે સંપૂર્ણ અંધકાર પછી કોઈ તારો અથવા નક્ષત્ર પૂર્વ કે પશ્ચિમ ક્ષિતિજથી કેટલો ઉપર છે, તો આપણે ૧૫ દિવસમાં તે કેટલું આગળ વધે છે તે જોઈ શકીશું. આ ફેરફાર દર ૧૫ દિવસે લગભગ ૧૫ ડિગ્રી હશે જે સરળતાથી જોઈ શકાય છે. આવું એક દોઢ મહિના સુધી કરી શકાય છે. (આ અભ્યાસ કવાયતના હેતુ માટે ઉત્તર અથવા દક્ષિણ તરફ રહેતા તારાઓને જોવાનું ઉપયોગી થશે નહીં કારણ કે તમે નોંધ્યું હશે કે ધ્રુવ તારો ક્યારેય તેની જગ્યાએથી ખસતો નથી.) (૨)

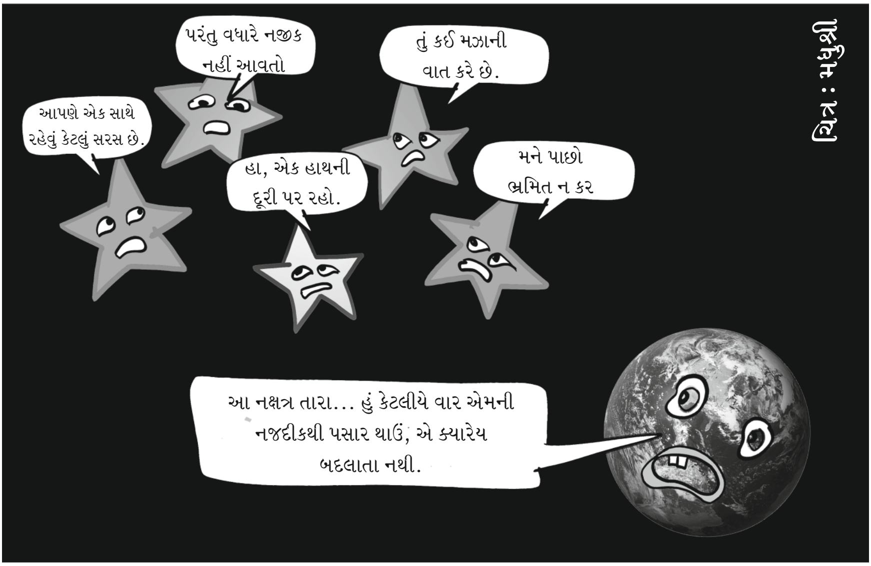
આપણે અગાઉ ચર્ચા કરી રહ્યા હતા તે ચિત્ર પર પાછા ફરીએ. જો પૃથ્વી સૂર્યની આસપાસ ઘડિયાળની દિશામાં ફરતી હોય, તો એક તારો જે એક દિવસે પશ્ચિમ ક્ષિતિજની નજીક છે તે ૧૫ દિવસ પછી ક્ષિતિજથી સહેજ ઉપર દેખાશે. બીજી બાજુ, જો પૃથ્વી ઘડિયાળની વિરુદ્ધ દિશામાં ફરતી હોય, તો ૧૫ દિવસ પછી પશ્ચિમ ક્ષિતિજની નજીકનો કોઈ તારો સૂર્ય સાથે અસ્ત થશે અને સંપૂર્ણ અંધકાર પછી દેખાશે નહીં. એટલે કે, જો તમે દોઢથી બે મહિના સુધી અવલોકન કરો છો, તો પશ્ચિમ ક્ષિતિજની નજીકના કોઈપણ તારાઓ અંધારું થયા પછી અગાઉ કરતાં વહેલા અસ્ત થશે. તેવી જ રીતે, જો તમે આગામી બે મહિના સુધી અવલોકન

(૨) ધ્રુવ તારાની આભાસી સ્થિરતા માત્ર એક રાતની બાબત નથી, પરંતુ આખા વર્ષ માટે છે. એની વ્યાખ્યા હવે પછીના લેખમાં કરવામાં આવશે.

કરો છો, તો કોઈ દિવસ અંધારું થયા પછી તરત જ ઊગી રહ્યો છે તે તારાનું શું થશે? શું તે સૂર્યાસ્ત સમયે ક્ષિતિજથી વધુ ઉપર હશે કે પછી તે મોડેથી ઉદય થશે? હું આશા રાખું છું કે આ શ્રેણીનો આગળનો લેખ પ્રકાશિત થાય ત્યાં સુધીમાં, તમે બધા જરૂરી અવલોકનો કરી લીધા હશે અને સૂર્યની આસપાસ પૃથ્વીની પરિક્રમાની દિશાનું અનુમાન કરી લીધું હશે.

<u>અને આકાશમાં આપણો સૌથી નજીકનો હમસફર</u>

અગાઉ કહ્યું તેમ, તારાઓ (એટલે કે સૂર્ય સિવાય) ખૂબ જ દૂર છે. સૌથી નજીકનો તારો ચાર પ્રકાશવર્ષથી વધુ દૂર છે. પરંતુ સૂર્યમંડળમાં આઠ ગ્રહો અને તેમના ઉપગ્રહો છે. આ સિવાય બીજી ઘણી નાની વસ્તુઓ સૂર્યની આસપાસ ફરતી રહે છે. પૃથ્વી પર ઊભા રહીને આપણે આ આઠમાંથી પાંચ ગ્રહોને નરી આંખે જોઈ શકીએ છીએ. અને આ પાંચ ગ્રહો તમામ પ્રાચીન સંસ્કૃતિઓ માટે જાણીતા હતા. અન્ય બે ગ્રહો યુરેનસ અને નેપ્ચ્યુનને ટેલિસ્કોપની મદદથી જ જોઈ શકાય છે.



ચિત્ર-૨ઃ તારાઓ જુદા જુદા નક્ષત્રોમાં તેમની સ્થિતિ જાળવી રાખતા દેખાય છે, પરંતુ તેમની નિકટતા માત્ર આભાસી છે અને તેઓ ગતિશીલ પણ છે, જો કે આ પરિવર્તન આપણા જીવનકાળમાં જોઈ શકાતું નથી.

એ ઉપરાંત, ગુરુના ચંદ્રો (ઉપગ્રહો)અને શનિનાં વલયો પણ ત્યારે જ જોઈ શકાયાં હતાં જ્યારે આપણે ટેલિસ્કોપ તેમની તરફ ફેરવ્યા. જ્યારથી લોકોએ રાત્રિના આકાશમાં પ્રકાશિત બિંદુઓ પર ધ્યાન આપવાનું શરૂ કર્યું ત્યારથી ગ્રહોએ આકાશ દર્શન કરનારાઓને હંમેશાં આકર્ષિત કર્યા છે. ગ્રહો બે કારણોસર જુદા દેખાય છે –

(i) બધા જ તારાઓ ચમકે છે જ્યારે ગ્રહો પ્રકાશના સ્થિર સ્રોત છે, પછી ભલે તે શુક્ર જેવા તેજસ્વી હોય કે શનિની જેમ મધ્યમ હોય;

(ii) તેઓ ચમકતા તારાઓની સ્થિર પૃષ્ઠભૂમિ સામે અવ્યવસ્થિત રીતે આગળ વધતા દેખાય છે. ક્યારેક તો વિરુદ્ધ દિશામાં પણ જતા જોવા મળે છે.[3] એટલે કે, જ્યારે ગ્રહો એક નક્ષત્રમાંથી બીજા નક્ષત્રમાં ભટકતા જોવા મળે છે ત્યારે એકબીજાને સાપેક્ષ તારાઓની સ્થિતિ બદલાતી નથી. તેનાથી પણ વધુ વિચિત્ર બાબત એ છે કે દરેક ગ્રહ તરંગી છે અને અન્ય ગ્રહો ગમે તે કરે, તે પોતાની ગતિએ આગળ વધતા રહે છે.

કેટલીયે સદીઓથી તમામ અવકાશી પદાર્થોના કાળજીપૂર્વક નિરીક્ષણ દ્વારા, લોકોએ દરેક ગ્રહની ગતિમાં ચોક્કસ પેટર્ન શોધી કાઢી. અને એવું જોવામાં આવ્યું કે શુક્ર અને બુધ આખી રાત ક્યારેય દેખાતા નથી. વાસ્તવમાં, બુધ એક-એક વારમાં થોડા દિવસો માટે સૂર્યાસ્ત પછી અથવા સૂર્યોદય પહેલાં માત્ર ખૂબ જ ટૂંકા ગાળા માટે દેખાય છે. મોટા ભાગના દિવસોમાં તેને જોઈ જ શકાતો નથી. સૂર્ય અને ચંદ્ર પછી, શુક્ર એ આકાશમાં સૌથી તેજસ્વી પિંડ(પદાર્થ) છે. તેને કાં તો સૂર્યાસ્ત પછી પશ્ચિમ આકાશમાં લગભગ બે કલાક (જ્યારે તેને ભૂલથી સાંજનો તારો કહી દેવામાં આવે છે) અથવા પૂર્વીય આકાશમાં સૂર્યોદય પહેલાં લગભગ બે કલાક સુધી જોઈ શકાય છે (જ્યારે તેને સવારનો તારો નામ આપવામાં આવે છે).

મંગળ, ગુરુ અને શનિ વર્ષના જુદા જુદા સમયગાળામાં આખી રાત જોઈ શકાય છે. પરંતુ તેઓ જુદી જુદી ગતિએ આગળ વધે છે અને મોટાભાગે તેઓ તારાઓની પૃષ્ઠભૂમિમાં એક

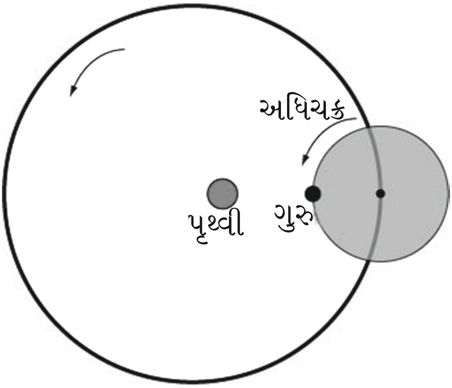
---

(૩) ગ્રહોની આ વિપરીત અથવા 'પૂર્વવર્તી' હિલચાલને ભૂકેન્દ્રીય મોડેલ દ્વારા સમજાવવું ખૂબ મુશ્કેલ હતું. લેખમાં આગળ આના વિશે વધુ ચર્ચા કરીશું.

દિશામાં આગળ વધતા જોવા મળે છે અને પછી ટૂંકા ગાળા માટે તેઓ વિરુદ્ધ દિશામાં આગળ વધવાનું શરૂ કરે છે. પછીથી તેઓ ફરી એકવાર સીધા ચાલવા લાગે છે. આ દરેક માંથી કોણ તેની ગતિની દિશા ક્યારે બદલશે તેની આગાહી કરવા માટે ખૂબ જટિલ ગણતરીઓ કરવી પડતી હતી. આ ગતિને સમજાવવા માટે પણ ખૂબ જટિલ ગણતરીઓ જરૂરી છે (ચિત્ર- ૩).

સૂર્ય કેન્દ્રી મોડેલની દરખાસ્ત કરીને, કોપરનિકસ યુરોપના શક્તિશાળી ચર્ચની વિરુદ્ધ ગયા હતા. ચર્ચનો ફતવો હતો કે પૃથ્વી ભગવાન દ્વારા બનાવેલ બ્રહ્માંડના કેન્દ્રમાં છે. તેથી તેણે સલામત માર્ગ અપનાવ્યો અને કહ્યું કે આ મોડેલ માત્ર તારાઓ અને ખાસ કરીને ગ્રહોની વર્તમાન સ્થિતિ (અને ભવિષ્યની સ્થિતિ) શોધવા માટે જરૂરી ગણતરીઓને સરળ બનાવવાના હેતુથી પ્રસ્તાવિત કરવામાં આવ્યું છે. કોપરનિકસના આ મોડેલમાં પૃથ્વી સહિત તમામ ગ્રહો સૂર્યની આસપાસ ફરે છે. આમાં, બુધ અને શુક્રની ભ્રમણકક્ષા પૃથ્વી કરતાં નાની છે અને તેઓ સૂર્યની નજીક છે જ્યારે મંગળ, ગુરુ અને શનિની ભ્રમણકક્ષા પૃથ્વીની ભ્રમણકક્ષાની બહાર છે.

આપણે આપણાં પાઠ્યપુસ્તકો અને અન્ય સામગ્રીઓમાં આ સિસ્ટમના ચિત્રો જોવા માટે એટલા ટેવાયેલા છીએ કે આ વિચાર કેટલો ક્રાંતિકારી હતો તે જોઈ શકવું સરળ નથી. આનો સૌથી મહત્ત્વનો ભાગ એ વાતની વ્યાખ્યા રહી હશે કે શા માટે શુક્ર અને બુધ મધ્યરાત્રિએ ક્યારેય દેખાતા નથી -



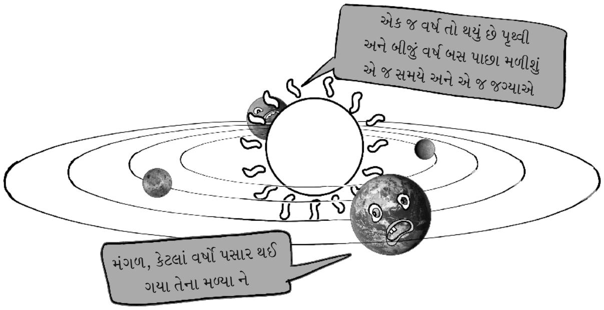
ચિત્ર- ૩: ભૂકેન્દ્રી પ્રણાલીમાં ગુરુની પૂર્વવર્તી ચાલની વ્યાખ્યા. એવું માનવામાં આવતું હતું કે ગુરુ સૂર્ય, ચંદ્ર, અન્ય ગ્રહો અને તારાઓ અને અન્ય તમામ અવકાશી પદાર્થો સાથે પૃથ્વીની આસપાસ ફરે છે. સરળતા માટે, અહીં ફક્ત ગુરુને જ બતાવવામાં આવેલ છે. પૃથ્વીની આસપાસ તેની ભ્રમણકક્ષામાં છે. મોટા વર્તુળમાં ફર્યા પછી, તે નાના વર્તુળમાં પાછો ફરે છે. જેનું કેન્દ્ર મોટા વર્તુળની ભ્રમણકક્ષા પર છે. અને જ્યારે તે વર્તુળના તે ભાગ પર હોય છે જે મોટા વર્તુળની અંદર છે, તો ગુરુ તારાઓની પૃષ્ઠભૂમિની વિરુદ્ધ પાછળની તરફ જતો પ્રતીત થાય છે.

કારણ કે તેઓ પૃથ્વીની સરખામણીમાં સૂર્યની નજીક છે, તેથી તેઓ સૂર્યોદયથી સૂર્યોદયથી ઘણા વહેલા ઉદય અથવા સૂર્યાસ્તની સૂર્યોદયથી ઘણા મોડા અસ્ત થતા નથી; એવું ક્યારેય નહીં બને કે પૃથ્વી, સૂર્ય અને આ ગ્રહોની વચ્ચે આવી જાય કે જેથી તેઓ મોડી રાત્રે દેખાય.

સૂર્ય-કેન્દ્રિત મોડેલની બીજી સારી વાત એ હતી કે આમાં મંગળ, ગુરુ અને શનિની પાછળની (retrograde) ગતિને વધુ સરળતાથી સમજાવી શકાય છે. આપણે તે સમજૂતીની ચર્ચા કરીએ તે પહેલાં, ચાલો થોડા જુદી રીતે જોઈએ કે આ આખો કેસ વૈજ્ઞાનિક વ્યાખ્યા વિશે આપણને શું કહે છે. વૈજ્ઞાનિક સિદ્ધાંતો મૂળભૂત રીતે એવી વાર્તાઓ છે જે આપણે કોઈ ઘટનાના અર્થઘટન માટે કહીએ છીએ. કોઈ પણ ઘટનાને સમજાવવા માટે ઘણી વાર્તાઓ હોઈ શકે છે. વૈજ્ઞાનિક સિદ્ધાંતો એ અર્થમાં વિશેષ છે કે જો સિદ્ધાંત સાચો હોય તો ભવિષ્યમાં શું થશે તેની આગાહી કરી શકાય છે. તેમની બીજી લાક્ષણિકતા એ છે કે તેમા ન્યૂનતમ હોવાની પ્રવૃત્તિ હોય છે. આનો અર્થ એ છે કે અસંખ્ય ખુલાસાઓ હોવા છતાં, વૈજ્ઞાનિકો એવી વ્યાખ્યાને પ્રાથમિકતા આપે છે કે જે સૌથી સરળ ધારણાઓ પર આધારિત હોય અને અન્ય ઘણી ઘટનાઓને લાગુ પડતી હોય છે. કહેવાનો અર્થ એ છે કે જો આપણી પાસે દરેક ઘટના માટે એક એક વાર્તા હોય, અને કોઈ એવી વાર્તા રજૂ કરે કે જે તે બધી ઘટનાઓને ફક્ત એક જ સાર્વત્રિક સિદ્ધાંતની મદદથી સમજાવી શકે, તો વૈજ્ઞાનિકો હંમેશાં આવા એક સિદ્ધાંતને વધારે પસંદ કરશે (કદાચ એટલે કે તેઓ ઘણા જુદા જુદા સિદ્ધાંતો શીખવામાં ખૂબ આળસુ છે!!).

ચાલો, સૂર્ય કેન્દ્રિત મોડેલની મદદથી તારાઓની પૃષ્ઠભૂમિ સામે મંગળની ગતિ સમજાવવાનો પ્રયાસ કરીએ. આપણે જાણીએ છીએ કે પૃથ્વીને સૂર્યની આસપાસ ફરતા એક વર્ષ લાગે છે. મંગળ ઘણો દૂર હોવાથી(૪), સૂર્યની આસપાસ એક પરિક્રમા પૂર્ણ કરવામાં બે વર્ષનો સમય લાગે છે. તેથી કલ્પના કરવાનો પ્રયાસ કરો કે જો આપણે અમુક સમય માટે

(૪.) અને તે અપેક્ષાકૃત ધીમેથી આગળ વધે છે; ગુરુત્વાકર્ષણનો સિદ્ધાંત સમજાવે છે કે શા માટે સૂર્યની નજીકના ગ્રહો દૂરના ગ્રહો કરતાં વધુ ઝડપથી આગળ વધે છે. બુધ એક દોડવીર છે જ્યારે નેપ્ચ્યુન ગોકળગાયની ગતિએ ચાલે છે.



(ચિત્ર- ૪ઃ ગ્રહોની પરિક્રમાનો સમયગાળો અલગ-અલગ હોવાથી, અમે તેમને તારાઓની અપરિવર્તિત પૃષ્ઠભૂમિ સામે વિરુદ્ધ ચાલતા જોઈએ છીએ. જો આપણે એક વર્ષમાં ઑક્ટોબરમાં ગુરુને વૃશ્ચિક રાશિમાં જોશું, તો પછીના ઑક્ટોબરમાં તે અન્ય કોઈ રાશિમાં હશે અને લગભગ ૧૨ વર્ષ પછી જ તે વૃશ્ચિક રાશિમાં પાછો આવશે. એ જ રીતે, જો આપણે આજે મંગળને એક નક્ષત્રમાં જોશું, તો આપણે તેને બે વર્ષ પછી તે જ સ્થાને જોઈશું.)

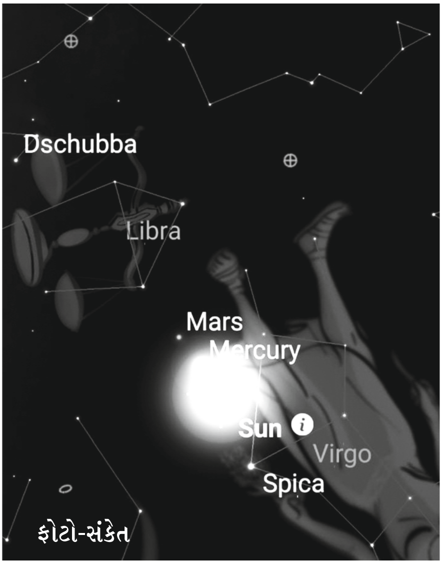
મંગળનું અવલોકન કરીએ તો આપણે શું જોશું? જો આજે મંગળ મધ્યરાત્રિએ બરાબર માથા પર છે (એટલે કે, જો આપણે અમુક નક્ષત્રની તુલનામાં તેની સ્થિતિને ચિહ્નિત કરીએ), તો એક વર્ષ પછી પૃથ્વી તેની ભ્રમણકક્ષામાં તે જ સ્થાને હશે (એટલે કે, જ્યારે તે જ તારાઓ મધ્યરાત્રિએ બરાબર માથા ઉપર હશે). ત્યાં સુધી મંગળે તેની અર્ધી કક્ષા જ પાર કરી હશે અને તે સૂર્યની પાછળ હશે અને તે બિંદુ પર તે આપણને દેખાશે નહીં. પરંતુ જો તેને બે વર્ષ પછી શોધીએ તો તે તે આકાશમાં સમાન સ્થાને હશે (ચિત્ર-૪).

તેથી, આ દરેક ગ્રહોને સૂર્યની ફરતે એક ભ્રમણકક્ષા પૂર્ણ કરવામાં જે સમય લાગે છે તેના આધારે, તેઓને તારાઓની પૃષ્ઠભૂમિ સામે તે જ જગ્યાએ ફરીથી દેખાવામાં એટલો જ વધુ સમય લાગશે. એટલું જ નહીં, બધા ગ્રહો પોતાની ગતિએ સૂર્યની આસપાસ ફરતા હોવાથી, દરેક આંતરિક ગ્રહ તેની પરિક્રમા દરમિયાન કોઈક ને કોઈક સમયે બાહ્ય ગ્રહથી આગળ નીકળી જશે. પૃથ્વી પર વિરાજમાન આપણે, જ્યારે મંગળથી આગળ નિકળીએ છીએ, ત્યારે વસ્તુતઃ આપણે મંગળને તારાઓની સ્થિર પૃષ્ઠભૂમિની સાપેક્ષે જોતા હોઈએ છીએ. તેથી એવું લાગે છે કે મંગળની સ્થિતિ રોજે રોજ એ રીતે બદલાય છે કે તે વિરુદ્ધ દિશામાં ચાલતો લાગે છે. તેને ઉલટી ચાલ કે વક્રીગતિ

કહેવામાં આવે છે. તારાઓની પૃષ્ઠભૂમિની તુલનામાં મંગળ, ગુરુ અને શનિની સ્થિતિ જુઓ અને સમય સાથે તેમની સ્થિતિ કેવી રીતે બદલાય છે તે શોધો. ગુરુને સૂર્યની આસપાસ પરિભ્રમણ કરવામાં ૧૨ વર્ષનો સમય લાગે છે, તેથી તારાઓની પૃષ્ઠભૂમિની તુલનામાં તે મંગળ કરતાં વધુ ધીમી ગતિ કરશે, અને શનિ તો વધારે ધીમી ગતિથી ચાલતો દેખાશે કારણ કે તે સૂર્યની આસપાસ પરિભ્રમણ કરવા માટે ૨૯ વર્ષ લે છે.

<u>રાશિચક્ર</u>

જ્યારે આપણે રાત્રિના આકાશમાં ચંદ્ર અને અન્ય ગ્રહોની હિલચાલનું અવલોકન કરીએ છીએ, ત્યારે આપણને જણાય છે કે તેઓ ક્યારેય ઉત્તર કે દક્ષિણમાં ખૂબ દૂર દેખાતા નથી. વાસ્તવમાં, આ બધા પૂર્વથી પશ્ચિમ સુધી ફેલાયેલા ખૂબ જ સાંકડા માર્ગમાં દેખાય છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, રાત્રે દેખાતા બધા તારાઓની પૃષ્ઠભૂમિમાં એક સાંકડી પટ્ટીમાં એ ફરતા જોવા મળે છે. આ અવલોકનને એ આધારે સમજાવી શકાય છે કે બધા ગ્રહો એક જ સમતલમાં સૂર્યની આસપાસ ફરે છે અને ચંદ્રની ભ્રમણકક્ષા પણ આ સમતલથી બહુ અલગ નથી.(૫) આ માર્ગ પર હાજર તારાઓની ઓળખ ઘણા સમય પહેલાં થઈ ગઈ હતી. અને તેઓને નક્ષત્ર તરીકે પણ જૂથબદ્ધ કરવામાં આવ્યા



ચિત્ર- ૫: સૂર્ય રાશિચક્રની પૃષ્ઠભૂમિમાં ફરે છે અને અહીં તુલા અને કન્યા (કન્યા નક્ષત્રની નજીક) ની વચ્ચે દેખાય છે. જ્યારે સૂર્ય કન્યા રાશિમાં હશે, ત્યારે આ નક્ષત્ર દેખાશે નહીં કારણ કે તે સૂર્યની સાથે ઉદય અને અસ્ત થશે અને રાત્રિના આકાશમાં હાજર રહેશે નહીં. (આ ફોટો સ્કાય સફારી એપ દ્વારા લેવામાં આવ્યો છે.)

(૫.) પૃથ્વીની ભ્રમણકક્ષાની તુલનામાં ચંદ્રની ભ્રમણકક્ષાના સમતલની વધુ વિગતવાર ચર્ચા છેલ્લા લેખના તે ભાગમાં કરીશું જ્યાં ગ્રહણ વિશે સમજાવવામાં આવશે.

હતા. આને વિવિધ રાશિચક્ર કહેવામાં આવ્યા. એટલે કે આ રાશિચક્રમાં સૂર્ય, ચંદ્ર અને વિવિધ ગ્રહો ફરે છે. દેખીતી રીતે, જ્યારે રાશિચક્ર સાથે સંકળાયેલ નક્ષત્ર સૂર્યની પાછળ હોય, ત્યારે તે દેખાતું નથી અને ત્યારે કહેવાય છે કે સૂર્ય તે રાશિમાં છે. બાર રાશિઓના આધારે વર્ષને ૧૨ મહિનામાં વહેંચવામાં આવે છે. એ જ રીતે, જ્યારે આપણે તારાઓની પૃષ્ઠભૂમિની તુલનામાં દરરોજ ચંદ્રની સ્થિતિ જોઈએ છીએ, ત્યારે ચંદ્રને દરરોજ એક નક્ષત્રની જરૂર પડશે. ભારતીય ખગોળશાસ્ત્રમાં આ ૨૭ તારામંડળોને નક્ષત્ર કહેવામાં આવે છે. સ્થિતિના ચોક્કસ નિર્ધારણ માટે અત્યાધુનિક સાધનોની ગેરહાજરીમાં, રાત્રિના આકાશને વિવિધ રાશિ અને નક્ષત્રોમાં વિભાજિત કરવાથી ચંદ્ર અને અન્ય ગ્રહોની બદલાતી સ્થિતિનો નકશો બનાવવામાં મદદ મળતી. તેના આધારે તેમની ગતિને સમજી શકાય હતી અને એ આગાહી કરી શકાય કે ચોક્કસ સમય પછી તેઓ ક્યાં હશે તેની આગાહી કરી શકાઇ.

એટલે કે, આ સૂર્યકેન્દ્રી મોડેલ, જેમાં સૂર્ય કેન્દ્રમાં સ્થિર છે અને પૃથ્વી અને અન્ય ગ્રહો તેની આસપાસ વિવિધ અંતરે અને વિવિધ ભ્રમણકક્ષાના સમયગાળા સાથે ફરે છે, તે સમજાવી શકે છે કે આપણને વર્ષના જુદા જુદા સમયે આકાશમાં શું દેખાય છે અને શું દેખાતું નથી.

ઉમા સુધીરઃ એકલવ્ય સાથે સંકળાયેલા છે. વિજ્ઞાન શિક્ષણ ક્ષેત્રે કામ કરી રહ્યા છે.
અંગ્રેજીમાંથી અનુવાદઃ સુશીલ જોશીઃ એકલવ્ય દ્વારા સંચાલિત સ્રોત ફીચર સેવા સાથે સંકળાયેલા છે. વિજ્ઞાનના શિક્ષણ અને લેખનમાં ઊંડો રસ.
બધાં ચિત્રોઃ મધુશ્રી : ફ્રીલાન્સ ચિત્રકાર તથા પરફોર્મર,બાળકો તેમજ વયસ્કો બંને માટે વાર્તાઓ કહેવાની વિભિન્ન કથાત્મક,ચિત્રાત્મક અને અભિનયની શૈલીઓમાં રૂચિ.
ગુજરાતી અનુવાદઃ કૌશિક ચોનકર, આર્ચના શિક્ષણ કાર્ય સાથે સંકળાયેલા છે.
(હિન્દી સંદર્ભ : ૧૪૯ માંથી સાભાર)

દાસ્તાન-એ-ભોજન

અનુભવ કેન્દ્રિત શિક્ષણનો એક પ્રયોગ

મિહિર પાઠક

શિક્ષણનાં ઉદ્દેશ્યો ઉપર ધ્યાન આપીએ તો સમજાય છે કે શિક્ષણ માત્ર બૌદ્ધિક ક્ષમતાઓના વિકાસ માટે જ નથી, પરંતુ માનવીના સમગ્ર વિકાસનો ઉદ્દેશ્ય પણ ધરાવે છે. બોદ્ધિક વિકાસની સાથે શારીરિક અને મનોસામાજિક વિકાસ પણ બાળકોના સર્વાંગી વિકાસનું અભિન્ન અંગ છે. પરંતુ આપણી શાળાઓમાં થતું મોટા ભાગનું શિક્ષણકાર્ય બૌદ્ધિક ક્ષમતાઓને ધ્યાનમાં રાખીને કરવામાં આવે છે.

વર્ગખંડમાં ચોક્કસ વિષયને શીખવું-શિખાવાડવાની યાત્રામાં ઘણીવાર બાળકોમાં વિકાસના બીજા પાસાઓ ગૌણ રહી જાય છે. પરિણામે, શિક્ષણ માત્ર કેટલીક જાણકારી અને જીવન સાથે કોઈ સંબંધ ન ધરાવતો એક અમૂર્ત ખ્યાલ બનીને રહી જાય છે,

એવા સંજોગોમાં વિચારવાની જરૂર છે કે બાળકોને આપણે એવો માહોલ આપી શકીએ કે જ્યાં -

- શૈક્ષણિક વિષયોને બૌદ્ધિક, મનોસામાજિક અને શારીરિક વિકાસના સાધન તરીકે પણ જોઈ શકાય?
- શૈક્ષણિક વિષયોને બાળકોના રોજિંદા જીવન સાથે જોડીને તેને રસપ્રદ બનાવવા માટે બાળકોના વાતાવરણ અને અનુભવો ઉપર કેન્દ્રિત પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ કરવામાં આવે.
- સામાન્ય રીતે શાળામાં ગૌણ માનવામાં આવતા મુદ્દાઓ જેવા કે - મનોસામાજિક વિકાસ, સમૂહમાં કામ કરવું, આલોચનાત્મક રીતે વિચારવાનું કૌશલ્ય, સર્જનાત્મકતા, સંવાદ વગેરે મુદ્દાઓને ટટોરવાની તકો આપવી જોઈએ?

આવા જ કેટલાક પ્રશ્નોના જવાબો મેળવવા માટે મેં વડોદરામાં કેટલાક મિત્રો સાથે મળીને એક પ્રયોગ કર્યો, આ પ્રયોગમાં અમે ૧૨ થી ૧૫ વર્ષના ૨૫ બાળકો સાથે શહેરથી દૂર એક ફાર્મહાઉસમાં બે દિવસીય આવાસીય કેમ્પની શરૂઆત કરી. આ કૅમ્પમાં બાળકો વડોદરા શહેરની આસપાસના ગ્રામીણ અને અર્ધશહેરી વિસ્તારમાંથી આવ્યાં હતાં. કોઈના માતા—પિતા મોટી કંપનીઓમાં નોકરી કરતાં હતાં તો કેટલાકનાં માતા-પિતા

દૈનિક મંજૂરી કરતાં હતા. વડોદરાની એક સ્વૈચ્છિક સંસ્થા દર વર્ષે કેટલાક જરૂરિયાતમંદ બાળકોને શિષ્યવૃત્તિ આપે છે. આ સંસ્થા ૯ માં ધોરણમાં ભણતા બાળકોની પસંદગી કરી તેમને ૧૨માં ધોરણ સુધી આર્થિક મદદ,માર્ગદર્શન અને બીજા એક્સપોઝર આપે છે. આ કૅમ્પમાં કેટલાક મિત્રોનાં બાળકોની સાથે, આ સંસ્થાના બાળકોએ પણ ભાગ લીધો હતો.. કૅમ્પનો વિષય હતો " આપણો ખોરાક". અહીં હું કૅમ્પમાં આયોજિત કેટલીક પસંદ કરેલ પ્રવૃત્તિઓનું વર્ણન અને વિશ્લેષણ કરી રહ્યો છું.

<u>ફિલ્મના માધ્યમથી ચર્ચા-</u>

કૅમ્પની શરૂઆત ભોજનને લગતી કેટલીક વાર્તાઓ અને પ્રસંગોથી થઈ. વાર્તાનું નામ હતું,"લાડુનું જમણ". આ વાર્તામાં એક શિક્ષકને લાડુ પ્રત્યે ખૂબ જ પ્રેમ છે. એમ કહો કે આસક્તિ હતી. આ લાડુ પ્રત્યેની આસક્તિના લીધે સજ્જનને તેમની નોકરી પણ છોડવી પડી.

અમે આ વાર્તા ઉપર આધારિત એક ફિલ્મ જોઈ અને બાળકો સાથે ચર્ચા કરી કે –" તમને ખાવામાં કઈ વસ્તુ ખૂબ પ્રિય છે?"

"જ્યારે તમને તે વસ્તુ મળતી નથી ત્યારે કેવું લાગે છે?"

"શું તમે ક્યારેક એવું કરો છો કે તમારું પેટ ભરાયેલું હોવા છતાં તમે સ્વાદ માટે કોઈ વસ્તુ ખાવ છો?"

"ક્યારેક એવું કર્યું છે કે તમને ખબર હોય કે અમુક વસ્તુઓ સ્વાસ્થ્ય માટે હાનિકારક છે છતાં તમે સ્વાદ માટે ખાવ છો?"

" શું આવી વસ્તુઓ ક્યારેક-ક્યારેક ખાવી યોગ્ય છે?"

" જો તમને તે વસ્તુ ન મળે તો વિચલિત થવું યોગ્ય છે?"

બાળકોની સાથે ચર્ચામાં ઘણી માહિતી બહાર આવી. કેટલાંક બાળકો પિઝાના શોખીન હતાં તો કેટલાંક બાળકો ચોકલેટના શોખીન હતાં. કોઈ પાણીપૂરી તો કોઈ ચાટનાં શોખીન હતાં. કેટલાકં બાળકોએ એવું પણ કહ્યું કે તેમને ખબર છે કે આ બધી વસ્તુઓ સ્વાસ્થ્ય માટે સારી નથી છતાં પણ તેઓ ફકત સ્વાદ માટે ખાય છે. જેમ જેમ ચર્ચા આગળ વધી તેમ-તેમ નવા પ્રશ્નો ઊભા થતાં ગયા. જેમ કે સ્વાસ્થ્યવર્ધક ભોજન એટલે શું?શું સ્વાસ્થ્યવર્ધક અને સ્વાદિષ્ટ, બંને ગુણ એક જ રેસિપીમાં હોઈ શકે? આ પછી અમે ચર્ચાને એક નવી દિશા તરફ લઈ જતાં પારંપરિક રેસિપીની વાતો કરવા લાગ્યા.

ચર્ચાનો વિષય કોઈ અંતિમ નિર્ણય ઉપર પહોંચવાનો નહીં, પરંતુ ભોજન સાથે જોડાયેલ નવાં નવાં પાસાઓને ખોલવાનો હતો. તેની સાથે એક એ પણ ઉદ્દેશ્ય હતો કે બાળકો વિવિધ પરિસ્થિતિમાં તેમના મનોભાવોને સમજે. બાળકોના મનોસામાજીક વિકાસ માટે આવી નાની નાની તકો ખૂબ જ કારગર નીવડે છે.

<u>વિગતવાર તપાસ કરવી</u>

આસક્તિની વાતો કર્યા પછી અમે ફૂડ પેકેટ તરફ આગળ વધ્યા. તેની શરૂઆત કેટલાક પ્રશ્નોથી થઈ – શું આપણને ખબર છે કે આપણે જે ખોરાક પેકેટમાંથી ખાઈએ છીએ તેમાં કયાં કયાં ઘટક હોય છે? આ ઘટક આપણા સ્વાસ્થ્ય ઉપર કેવી અસર કરે છે?

અમે બાળકોને તેમના મનગમતા પેકેટ આપ્યા જેવા કે મેગી, પાસ્તા, કુરકુરે વગેરે. પેકેટ ઉપર કઈ કઈ માહિતી લખેલી છે? આ પેકેટ કયાં બનેલું છે? ક્યારે બનેલું છે? પેકેટમાં ક્યાં કયાં ઘટક હાજર છે? તે લાંબા સમય સુધી ખાવા માટે લાયક રહે તે માટે કયા રસાયણનો ઉપયોગ કર્યો છે? આ બધી બાબતોને લઈને બાળકોએ શોધખોળ ચાલુ કરી દીધી.

બાળકોએ વિકિપીડિયાના માધ્યમથી પણ વિવિધ ઘટકોની જાણકારી મેળવવાનો પ્રયત્ન કર્યો. અમુક જાણકારી તો ઘણી આશ્ચર્યજનક હતી. કેટલાંક રસાયણો તો એવા હતા કે જેમના લાંબા સમય સુધી સેવન કરવાથી કેન્સર જેવી બીમારી થઈ શકે. બાળકોએ ફૂડ પેકેટથી પર્યાવરણને થતાં નુકસાનને લગતા પ્રશ્નો પણ ઉઠાવ્યા.

આ પ્રવૃત્તિ દરમિયાન, કોઈ ખાદ્ય-વૈજ્ઞાનિક સાથે વાર્તાલાપ અથવા કોઈ પ્રયોગ કરી જોયો હોત તો આ ચર્ચા વધુ અર્થપૂર્ણ થઈ શકતી હતી.

આ પ્રવૃત્તિનો ઉદ્દેશ્ય એ હતો કે બાળકો જે ખાય છે તેના પ્રત્યે તેઓ જાગૃત થાય. સાથે ઇન્ટરનેટ પરથી સાચી જાણકારી મેળવવી, સમૂહમાં કામ કરવા અને મેળવેલી જાણકારી એકબીજા સાથે આદાન-પ્રદાન કરવાનું શીખે.

<u>મૌસમી ખોરાક -</u>

આપણે કઈ ઋતુમાં કયા ફળ અને કયા શાકભાજી ખાઈએ છીએ? કયા ઋતુમાં કયું અથાણું બને? આપણે કેમ જે ઋતુમાં જે ફળ અને શાકભાજી મળે તે જ ખાવા જોઈએ?

આ પ્રશ્નોની સાથે આગળની પ્રવૃત્તિની શરૂઆત થઈ. બાળકોએ, તેમના અનુભવથી અને સાથે સાથે

કેમ્પમાં હાજર રહેલા લોકોના ઇન્ટરવ્યૂ લઈ, ઋતુ પ્રમાણે ખોરાકનો ચાર્ટ બનાવવાનો પ્રયત્ન કર્યો.

ચર્ચા કેટલાક સંવેદનશીલ અને રોચક મુદ્દાઓમાંથી પસાર થઈ. જેમ કે ખેડૂતોની આજીવિકા, બજાર કેવી રીતે કામ કરે છે? એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ ફળ અને શાકભાજી લઈ જવાની પ્રક્રિયા શું હોય છે? તેનો સંગ્રહ કેવી રીતે કરવામાં આવે છે વગેરે.

બાળકો સાથે ચર્ચામાં એ વાત નીકળી આવી કે જે ઋતુમાં જ્યાં જ્યાં જે ફળો-શાકભાજી ઊગે છે તે જ ખાવી જોઈએ કેમ કે તે સસ્તી હોય છે તેમજ કુદરતી રીતે પાકેલી હોય છે. ઉપરાંત, તેને તેમની સ્થાનિક જગ્યાએથી ખરીદીને ખાવાથી પરિવહન અને સંગ્રહમાં પણ ઓછી ઊર્જા વપરાય છે. તો આ રીતે તે પર્યાવરણ માટે પણ ફાયદાકારક છે.

એક બાળકે ખેડૂતની આત્મહત્યા ઉપર પ્રશ્ન ઉઠાવ્યો. એવા તો કેવા સંજોગો બને છે કે ખેડૂતોએ આત્મહત્યા કરવી પડે? શું ખેતીમાં ફાયદો થતો

નથી? બીજા બાળકોએ કહ્યું કે ખેતી એ અનિશ્ચિતતાથી ભરેલું કામ છે. જળવાયુ પરિવર્તનના લીધે વરસાદ અને ફળોના સમયમાં પણ ઘણું પરિવર્તન જોવા મળ્યું છે.

બાળકોને એ વાત જાણવામાં રુચિ હતી કે અમે ખેડૂત-મિત્રોની કેવી રીતે મદદ કરી શકીએ ? બાળકોમાં આ પ્રકારની સંવેદનશીલતા જોઈ મને ખૂબ સંતોષ થયો..

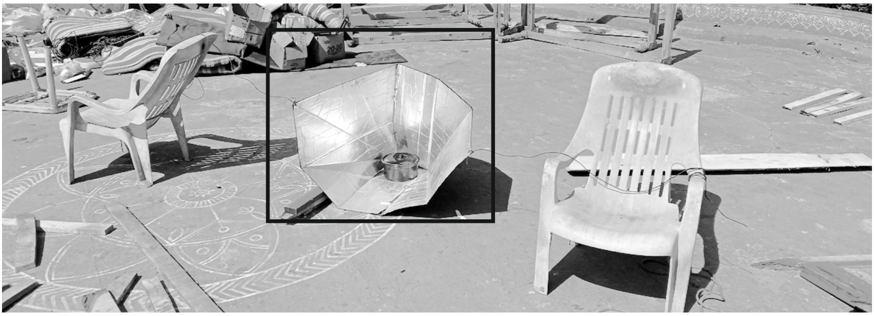
આખો દિવસ રસપ્રદ ચર્ચાઓ કર્યા પછી, સાંજે બાળકોએ ખેતરમાં કેટલીક સાહસિક રમતો રમી અને સાંજે બધા મળીને ગરબા રમ્યા. બીજા દિવસે સવારની ચા અને નાસ્તો બાળકોએ બનાવ્યો.

<u>થાળીમાં છુપાયેલા પોષકતત્ત્વને શોધવું-</u>

બીજા દિવસના સત્રની શરૂઆત અમે અમારી થાળીમાં રહેલા પોષકતત્ત્વને શોધવાથી કરી. કોઈ વિદ્યાર્થી દાળમાં કેલરીની માત્રા શોધે, તો કોઈ ચોખા વિશે વાંચતાં હતા. આ શોધખોળ અલગ અલગ પ્રશ્નો તરફ લઈ ગઈ. ઘણા બધા નુકસાનકારક ખાદ્ય પદાર્થોમાં મેંદો શા માટે હોય છે? મેંદાનો લોટ તો ઘણો ઝીણો હોવા છતાં તેને પચવામાં આટલો બધો સમય કેમ લાગે છે ?

બાળકો ઈન્ટરનેટ અને પાઠ્યપુસ્તકની મદદથી માહિતી ભેગી કરી રહ્યાં હતાં, પછી ચાર્ટ ઉપર ગ્રાફ અને વિવિધ પ્રકારના સંકેતોની મદદથી માહિતીનું નિરૂપણ કરતાં હતાં. વિઝયુલ ડેટા રિપ્રેઝનટેશન કૌશલ્ય પર સુંદર પ્રાયોગિક કાર્ય થતું જોવા મળ્યું.

અમે નક્કી કર્યું કે જ્યારે આપણે ફરી મળીશું ત્યારે અલગ અલગ ખોરાકમાં રહેલા પોષકતત્ત્વને શોધવા માટે વૈજ્ઞાનિકોની જેમ પ્રયોગ કરીશું.



સોલર કૂકર બનાવવું-

ભોજનની સાથે "ભોજન બનાવવાની પ્રક્રિયા" પણ જોડાયેલી છે. અમે બાળકો સાથે મળીને ખોરાક બનાવવાની વિવિધ પ્રક્રિયા ઉપર વાતચીત કરી. ખોરાક પ્રેશર કૂકરમાં રાંધવો જોઈએ કે કઢાઈમાં ? તેલ પહેલાં નાખવું જોઈએ કે પછી? શું સોલર કૂકરમાં સ્વાદિષ્ટ ખોરાક બનાવી શકાય?

ચર્ચામાંથી એ વાત નીકળીને આવી કે પ્રેશરકૂકરમાં ખોરાક વરાળથી રંધાય છે. કુકરમાં ગરમીનો સંગ્રહ થાય છે, એટલે ઉર્જાનો વ્યય ઓછો થાય છે અને ખોરાક જલદી રંધાય છે.

પછી અમે ફોઈલ અને કાર્ડબોર્ડની મદદથી સોલરકૂકર બનાવ્યું. પહેલાં અમને બધાંને એવું લાગતું હતું કે સોલરકૂકર ઘણું મોંઘું હશે. તેમજ તેને બનાવવું ઘણું કઠિન હશે. પરંતુ અમે જ્યારે ફોઈલ અને કાર્ડ બોર્ડનો ઉપયોગ કરીને સોલરકૂકર બનાવ્યું, તો અમારું પૂર્વાનુમાન ખોટું પડ્યું. તેમજ અમને એક વિશિષ્ટ આત્મવિશ્વાસ મળ્યો.

સોલરકૂકર ઘણાં પ્રકારનાં હોય છે. અમે જે કૂકર બનાવ્યું તે 'ફનલ સોલરકૂકર' હતું. આ સંદર્ભે, અમે બ્રાઝીલના અમારા એક મિત્ર સાથે વીડિયો કોલ પર વાત કરી જે એક યુનિવર્સિટીમાં પ્રોફેસર છે અને જુદા જુદા પ્રકારના સોલરકૂકર બનાવે છે. તેમણે વિવિધ પ્રકારના કૂકર અમને બતાવ્યા. બાળકોએ મળીને તેમનું વિશ્લેષણ કર્યું. કયું કૂકર વધુ સારું છે ? ભારતના વિવિધ પ્રદેશોમાં ખોરાક બનાવવાની પદ્ધતિ પ્રમાણે કયાં પ્રકારના કૂકર વાપરવા વધુ કારગર થશે?

આ બધા પ્રશ્નો પછી અહેસાસ થયો કે સોલરકૂકર તો બનાવ્યું પરંતુ રાંધીએ શું?

અમે ગઈ કાલે રાગી(નાગલી)ની ચર્ચા કરી હતી. તો વિચાર્યુ કે કેમ ન રાગીની કેક બનાવીને કૂકરમાં મૂકવામાં આવે. બાળકો થોડા નિરાશ થયા કે ગોળ અને રાગીથી બનાવેલી આ કેક બજારમાં મળતી કેક જેટલી મીઠી નથી, પણ તેમને ઘણી મજા આવી. તેમને એવો સંતોષ હતો કે કુદરતી ઘટકોથી બનેલી આ કેકના સ્વાદ પ્રત્યે ધીરે ધીરે ટેવાઈ જશે.

બાળકોનો પ્રતિભાવ

બાળકોએ કેમ્પનો પ્રતિભાવ આપતા કહ્યુ કે કેમ્પમાં શીખવાની ઘણી મજા આવી કારણકે અહીં શાળા જેવું વાતાવરણ ન હતું. અહીં શિક્ષકો પણ

સાથે મળીને કામ કરતા હતા. શિક્ષકોને કંઈ પણ પૂછી શકતા હતા. જો સેશન દરમ્યાન મજા ન આવે તો, તે પણ કહી શકતા હતા. શિબિરમાં શીખવા માટેનું અનૌપચારિક વાતાવરણ બાળકોને પોતાને અભિવ્યકત કરવાની સુરક્ષિત જગ્યા આપતું હતું એવું લાગતું હતું.

બાળકોએ કહ્યું કે આપણે ખેડૂતોનો આભાર માનવો જોઈએ. તેમણે એ પણ કહ્યું કે જ્યાં સુધી તેમણે કેકને સોલરકૂકરમાં રાંધતાં જોઈ ન હતી, ત્યાં સુધી તેમને એ અંદાજ જ નહોતો કે સૂર્યની ગરમીમાં આટલી શક્તિ હોય છે.

મેંદો આરોગ્ય માટે આટલો નુકસાનકારક કેમ છે? આ પ્રશ્ન બાળકોના મનમાં વસી ગયો હતો. કેટલાંક બાળકોએ કહ્યું કે, હવે અમે પેકેટમાં મળતો ખોરાક ઓછો ખાઈશું.

"મિહિરભાઈ મને મેગી અને પાસ્તા ઘણા ભાવે છે. હું તેને છોડી નહીં શકું." તેનો ઉપાય આપતાં કોઈકે કહ્યું કે " જો આપણે મેગી અને પાસ્તા બનાવવા માટે ખોરાકના અલગ ઘટકોનો ઉપયોગ કરીયે તો ? તેને વધુ સ્વાસ્થ્યવર્ધક અને સ્વાદિષ્ટ બનાવી શકીએ ?"

સ્વ-નિર્દેશિત પ્રોજેક્ટ

કેમ્પ પૂરો થયા બાદ બાળકો કેટલાક પ્રશ્નો સાથે ઘરે પાછા વળ્યા, તેમજ ઘરે પહોંચીને તે પ્રશ્નોનાં જવાબો મેળવવા માટે શોધખોળ શરૂ કરી દીધી.

કેમ્પના એક પ્રતિભાગીએ મેંદા વિશે સંશોધન કરવાનું નક્કી કર્યું. કેટલાક બીજા સમૂહના બાળકોએ મેગી, પાસ્તા જેવા ફાસ્ટ ફૂડની વૈકલ્પિક રેસિપી શોધવાની શરૂઆત કરી.

અમારી ફેસિલિટેટર ટીમ દ્વારા દર અઠવાડિયે ઓનલાઈન મિટિંગ કરવામાં આવતી હતી અને બાળકોને સંદર્ભ સાહિત્ય શોધવું અને તેની શોધખોળ અને તેની રણનીતિ બનાવવા માટે માર્ગદર્શન આપવામાં આવતું હતું.

કેમ્પ અને પછી બાળકોને પ્રોજેક્ટ માટે માર્ગદર્શન આપવાની સફર, મારા માટે દર વખતે શીખવાની સંભાવનાને લઈ આવી.

<u>અનુભવ અને અનુભવ ઉપર ચિંતન</u>

આ આખા ઉપક્રમમાં, બાળકો પોતાના પરિવારથી દૂર, એક અલગ સમૂહની સાથે, ઓછી સુવિધાવાળી જગ્યા ઉપર, બે દિવસ સાથે મળીને રહ્યા. આ સમય દરમિયાન, તેમણે એકબીજાની સાથે મળીને સમસ્યાનો ઉકેલ લાવવો, ચર્ચા કરવી, પોતાને અભિવ્યત કરવાની સાથે જ કોઈ નવા મુદ્દાની સમજ કેળવાય તેના માટે કામ કર્યું. એક જ વિષયના અલગ અલગ મુદ્દાઓને સમજવાની કોશિશ કરી. જેનાથી વસ્તુઓને જોવાની ક્ષિતિજ ફેલાઈ.

અહીં ફેસિલેટર અને બાળકો વચ્ચેનો સંબંધ ઘણો મહત્ત્વનો હતો. આ સંબંધમાં ડર ન હતો, તુલના કે સ્પર્ધા પણ ન હતી. આ એવી જગ્યા હતી કે જયાં બાળકો સંબંધની લાગણીનો અનુભવ કરે અને પોતાને ખુલ્લા દિલથી અભિવ્યકત કરી શકે. અહીં બાળકોના મતને સાંભળવામાં આવતા હતા અને તેને મહત્ત્વ આપવામાં આવતું હતું. સાથે જ બાળકોને પ્રશ્ન પૂછવા માટે પ્રેરિત કરવામાં આવતા હતા.

શીખવાની આવી પ્રક્રિયામાં કોઈ લાલચ આપવાની કે ડરાવવા –ધમકાવવાની જરૂર પડતી નથી. શીખવાની આ યાત્રા જીવન સાથે જોડાયેલી છે. બાળકો પોતાની જાતને આ મુદ્દાઓ સાથે જોડી શકે છે. તેથી આ યાત્રા મજેદાર અને અર્થપૂર્ણ બનેલી રહે છે.

આપણે આપણી શાળાઓમાં પણ આવા શિક્ષણ અભિયાનો એટલે કે શીખવાની યાત્રા કરી શકીએ છીએ જેમાં વિવિધ વિષય જોડાયેલા હોય, વિષય સંબધી જ્ઞાન અને કાર્યક્ષમતાની સાથે-સાથે મનોસામાજિક વિકાસ અને એકવીસમી સદી માટે જરૂરી કૌશલ્યોને

આ ક્ષેત્રમાં લાવીને ટટોરવા પડે.

<u>ખોજબીન - યાત્રાની શરૂઆત</u>

અભિયાનની શરૂઆત રસ અને જિજ્ઞાસાને લગતા કોઈ પણ પ્રશ્ન, સમસ્યા અથવા વિષય સાથે કરી શકાય છે. જેમ કે 'ફાઈબર થી ફેબ્રીક' એટલે કે "કપાસ થી કપડાં" વિષય લઈ શકાય. જેમાં મુખ્ય પ્રશ્ન એ હોય કે રૂમાંથી દોરો અને પછી કપડાં કેવી રીતે બને છે?

પાંચમા ધોરણથી લઈ આઠમા ધોરણ સુધીનાં બાળકોની સાથે, આ પ્રકારના પ્રશ્નો પર ચર્ચા કરી શકાય છે.ચર્ચામાં આપણે 'રૂ'ના ખેતરથી લઈને કપડાં કેવી રીતે બને છે તેનો અનુભવ કરાવી શકીએ છીએ.

આના ઉપર આધારિત ચર્ચા અને ખોજબીન ઘણા અલગ અલગ રસ્તા અને સવાલો તરફ લઈ જઈ શકે છે. જેમ કે, 'રૂ(કપાસ ઉગાડનારા)'ઉગાડવા અથવા ઘેટાં ઉપરથી ઊન કાઢનારા સમુદાયને જાણવું, તેમના રોજિંદા જીવનને સમજવું,પછી રૂમાંથી તાણા-વાણા કઈ રીતે બને છે ? હાથથી કાપડ કઈ રીતે વણવામાં આવે છે? કૃત્રિમ કપડાં અને કુદરતી કપડાં વચ્ચે તફાવત શું છે? હાથથી વણેલાં અને મશીનથી વણેલાં કપડાં વચ્ચે કોઈ તફાવત હોય છે?

આવા બધા પ્રશ્નો ઉપર ચર્ચા કરવાની શરૂઆત અને પ્રત્યક્ષ અનુભવ કરતાં શીખવાની યાત્રા ઉપર નીકળી શકીએ છીએ. વિજ્ઞાન અને સામાજિક વિજ્ઞાન જેવા વિષયોના ઉદ્દેશ્ય આ ઉપક્રમમાં સારી રીતે પૂર્ણ થઈ શકે છે. છેવટે, બાળકો પોતાનાં કપડાં વણતાં શીખે, તેના કરતાં વધુ ખુશીની વાત કઈ હોઈ શકે.

લેખક- મિહિર પાઠકઃ પાછલાં ૯ વર્ષોથી બાળકો અને શિક્ષકો સાથે અધ્યયન - અધ્યાપન કાર્ય સાથે જોડાયેલા છે. તેઓ પ્રોજેક્ટ બેઝ લર્નિંગ, થિયેટર ઈન એજ્યુકેશન અને અનુભવલક્ષી અધ્યયનમાં રસ ધરાવે છે.

બધા ફોટો : મિહિર પાઠક

આ લેખની સામગ્રી એકઠી કરવામાં અને અનુવાદ કરવામાં પૂર્વી નિસાર અને સોનલ બક્ષી એ મદદ કરી છે.

ગુજરાતી અનુવાદ : ભાવેશ ભોયા, આર્ચના વિજ્ઞાન શિક્ષણ સાથે જોડાયેલા છે.

હિન્દી સંદર્ભ અંકઃ ૧૩૯ માંથી સાભાર

એક શિક્ષકથી સુવિધાકર્તા તરફ

પ્રજ્ઞા કદમ

શાળામાં ગણિત વિષયના શિક્ષકરૂપે કામ કરવા માટે જરૂરી છે કે શિક્ષક 'ગણિત શિક્ષણ' વિષયે પોતાના જ્ઞાન અંગે વિચારે અને તેના પર મનન કરે. શાળામાં ભણાવતા બધા શિક્ષકોની જેમ જ હું પણ બાળકો સાથે શાળાએ નક્કી કરેલા 'ગણિત પાઠ્યપુસ્તકો' વાપરીને ભણાવવાનું કામ કરું છું. ભણાવતી વખતે મારી રીતોમાં 'કહેવું અને પુસ્તકમાં આપેલી અવધારણાઓને સમજાવવાનું', 'પૂછપરછ કરવી, અને તેમની શંકાઓનું સમાધાન કરવું' વગેરે વપરાતું હોય છે. હું હંમેશાં એવું ઇચ્છતી હતી કે મારાં બાળકો ગણિતને એક વિષયના રૂપે શીખે અને તેની મઝા લે. તેઓ ગણિતને ચાહે. જો આપણે ગણિતને ફક્ત દર્શાવીને કે સમજાવીને શીખવવાની કોશિશ કરીશું તો આ ઉદ્દેશ્યો કદી પણ પ્રાપ્ત થવાના નથી. એ ખૂબ જરૂરી છે કે આપણે તેમના પારંપારિક પાઠ્યપુસ્તકોની સીમામાંથી બહાર નીકળીએ. તેથી જ એક પ્રોજેક્ટ કાર્ય (જે એમ. એડ. વખતે અનિવાર્ય હતું) દરમ્યાન મેં માધ્યમિક શાળાના બાળકોની સાથે શીખવા-શિખવાડવાની 'રચનાત્મક વિધિ'ના પ્રયોગનો મોકો લઈ લીધો. આ પ્રયોગ માટે ગણિતનું જે પ્રકરણ પસંદ કર્યું તેનું નામ હતું- પાયાની ભૌમિતિક રચનાઓ —ઉદાહરણ તરીકે કોઈ રેખાખંડના લંબદ્વિભાજક અને કોઈ ખૂણાના દ્વિભાજકની રચના કરવી.

માધ્યમિક શાળાઓમાં બાળકોને યુક્લિડની ભૂમિતિ ભણાવવામાં આવે છે. જો કે યુક્લિડની ભૂમિતિ અમૂર્ત પૂર્વધારણાઓ પર આધારિત છે, પરંતુ તે આપણી આસપાસની દુનિયામાં જોઈ શકાય છે. તેથી શાળામાં ભૂમિતિ ભણાવતી વખતે આપણે આપણી આસપાસની દુનિયાના અનુભવોની મદદ લેવી જોઈએ.

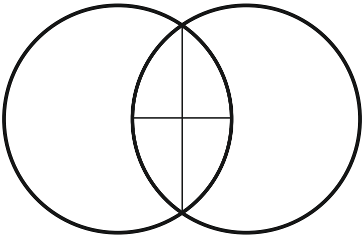
એક ગણિત શિક્ષિકા તરીકે કામ કરતી વખતે મારી પાઠ –યોજનામાં લગભગ એવી પ્રવૃત્તિઓનો સમાવેશ થાય છે, જેનાથી

મને શીખવા માટેના અપેક્ષિત પરિણામો મળે. મારી પાસે અગાઉથી જ વ્યાખ્યાયિત એવી અધ્યયન નિષ્પતિઓ હોય છે. મારા આયોજિત અને ક્રમબદ્ધ ભણાવવાની રીતોમાં આ અધ્યયન નિષ્પતિઓ, બાળકોના વ્યવહાર તેમજ તેમની પ્રતિક્રિયાઓ નક્કી કરી રાખ્યા હતા. હું એવી ઇચ્છા અને અપેક્ષા સાથે વર્ગમાં જતાં પહેલાં પાઠ યોજનાનો ખાસ નક્કી કરેલો ક્રમ તૈયાર કરતી હતી કે જે નક્કી કર્યું છે, તે જ થવું જોઈએ.

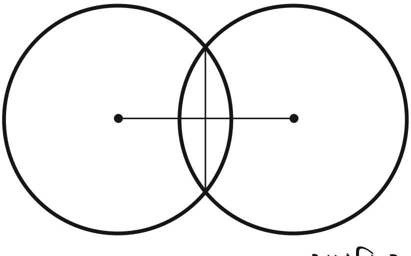
<u>પ્રોજેક્ટની પસંદગી</u>

પ્રોજેક્ટ કાર્ય માટે ધોરણ ૫, ૬ અને ૭નાં બાળકોને પસંદ કરવામાં આવ્યાં હતાં. મેં મારું ગણિતનું જરૂરી જ્ઞાન રોબિન હાર્ટશોન દ્વારા લિખિત ‘ભૂમિતિઃ યુક્લિડ એન્ડ બિયોન્ડ’ અને શાળાના ગણિતના પાઠ્યપુસ્તકમાંથી શીખીને મેળવ્યું હતું. અત્યાર સુધી રચનાત્મક પદ્ધતિથી ભણાવવાનો મારી પાસે કોઈ અનુભવ ન હતો તેમજ રચનાત્મક રીતે ભણવું- ભણાવવું વિષે વધુ વાંચન કે સમજણ પણ નહોતા. તેથી આ પદ્ધતિના ઉપયોગ અને સમજણ માટે હું મારા માર્ગદર્શક ડૉ.સત્યવતી રાઉલ ઉપર સંપૂર્ણ રીતે નિર્ભર હતી.

વિવિધ ભૌમિતિક રચનાઓ કરતી વખતે મેં જોયું કે બધી જ ભૌમિતિક રચનાઓ ચાપ(arc)ના છેદ (intersection)થી મળતાં બિંદુઓને જોડીને બનાવવામાં આવે છે. આ ચાપ કંઈ નવી બાબત નથી, પણ વર્તુળનો એક ભાગ જ છે. તેથી એવું પણ કહી શકાય કે ભૌમિતિક રચનાઓને વર્તુળોનાં છેદ બિંદુઓને જોડીને બનાવવામાં આવે છે. તેથી હવે મેં બે વર્તુળોના છેદમાં ‘કોઈ ખૂણાના દ્વિભાજક અને કોઈ રેખાખંડના લંબ-દ્વિભાજક’ ઉપર ધ્યાન આપવાનું શરૂ કર્યું. ઉદાહરણ તરીકે, આપણે નીચેની પદ્ધતિથી કોઈ રેખાખંડના લંબ-દ્વિભાજકને જોઈ શકીએ છીએ.



આકૃતિ-૧

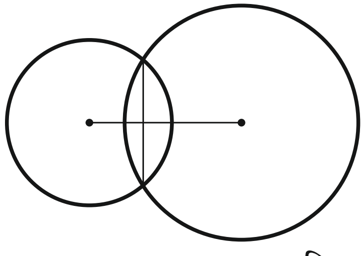


આકૃતિ-૨

જયારે બે સમાન વર્તુળ આકૃતિ-૧ પ્રમાણે એકબીજાનાં કેન્દ્રમાંથી પસાર થતાં હોય ત્યારે તેમના છેદબિંદુઓને જોડવાથી આપણને તે વર્તુળોના કેન્દ્રને જોડતા રેખાખંડનો લંબ-દ્વિભાજક મળે છે.

જો બે સમાન વર્તુળો એકબીજાનાં કેન્દ્રમાંથી પસાર થતાં ન હોય અને તે વર્તુળનાં કેન્દ્રો તેમના છેદ વિસ્તારથી બહાર હોય (આકૃતિ ૨), ત્યારે પણ વર્તુળના છેદબિંદુઓને એકબીજા સાથે જોડવાથી આપણને તે વર્તુજોનાં કેન્દ્રને જોડવાથી મળતા રેખાખંડનો લંબદ્વિભાજક જ પ્રાપ્ત થાય છે.

જો એકબીજાને છેદતાં બે વર્તુળો સમાન આકારનાં ન હોય તો વર્તુળોનાં છેદ બિંદુઓને જોડવાથી મળતો રેખાખંડ વર્તુળોનાં કેન્દ્રને જોડવાથી મળતા રેખાખંડને ફક્ત લંબ હોય છે, એ રેખાખંડનો લંબદ્વિભાજક નથી હોતો, જે આકૃતિ -૩માં દર્શાવ્યું છે.



આકૃતિ-૩

આ અભ્યાસને આધારે મને લાગે છે કે જો બાળકોને આ રચનાઓનું અવલોકન કરવાની તક આપવામાં આવે તો ભવિષ્યમાં તેઓ જયારે કોઈ રેખાખંડના લંબ-દ્વિભાજકની રચના કરશે ત્યારે આ પ્રક્રિયાઓની સાથે એક સંબંધ જોઈ શકશે અને આ કોઈ રેખાખંડના લંબ-દ્વિભાજકની રચના કરવાની રીતો વિચારવામાં તેમને મદદરૂપ થશે.

<u>રચનાત્મક રીત – મુખ્ય આધાર</u>

મારા માર્ગદર્શક સાથેની શીખવું - શીખવવુંની રચનાત્મક રીત ઉપરની ચર્ચા પરથી હું એ સમજી શકી છું કે રચનાવાદનો મુખ્ય આશય બાળકો માટે એવી પરિસ્થિતિ તૈયાર કરવાનો છે કે જે બાળકોને શીખવા માટે અનુકૂળ હોય, જેમાં બાળકો વિષયવસ્તુ કે પૂર્વધારણાઓ વિષે પોતાનાં જ્ઞાન કે સમજને વિકસિત કરી શકે. બાળકો શિક્ષકની મદદથી પોતાનાં જ્ઞાનનો વિકાસ કરે છે. તેથી આ રીતમાં શિક્ષકની ભૂમિકા દ્વિતીય એટલે કે ગૌણ જ રહેશે. એક શિક્ષક તરીકે કાર્ય કરવાને બદલે તે એક સુવિધાકર્તા તરીકે કાર્ય કરી શકે છે. તેમજ સૂચન, અપ્રત્યક્ષ ઉદાહરણ અને પ્રશ્નોનાં માધ્યમથી તેમની પાયાની સમજને દ્રઢ કરવામાં

મદદરૂપ થઈ શકે છે. સુવિધાકર્તાએ સીધા નિર્દેશ કરવા ન જોઈએ. હું એ પણ સમજી શકી કે આ પદ્ધતિમાં શિક્ષણ આપવા માટે મારી પાસે અગાઉથી નક્કી કરેલા ઉદ્દેશ્યો ન હોવા જોઈએ. આ પદ્ધતિમાં 'આયોજનો' અને 'ઉદ્દેશ્યો' બાળકોના વિષયવસ્તુ સાથેની પ્રગતિ દરમ્યાન વિકસિત થાય છે. તેથી આ પ્રયોગ માટે વર્ગમાં પ્રયોજાતા પૂર્વનિયોજિત પાઠનું આયોજન બનાવવું સંભવ ન હતું.

તેમજ પ્રયોગ માટે પસંદ કરાયેલાં બાળકોની પાસે પણ શીખવાની આ પદ્ધતિનો અત્યાર સુધીનો કોઈ પણ અનુભવ ન હતો. તેથી એ જરૂરી હતું કે તેમને આ રીતે શીખવાનો અનુભવ ધીમે ધીમે કરાવવામાં આવે. તેથી અમે શીખવવા માટેના ક્રમબદ્ધ પગલાંઓ બનાવ્યાં. એવું નક્કી કર્યું કે, અમે તેના પ્રથમ પગલામાં બાળકો સાથે 'ખુલ્લી અને સંશોધન આધારિત' પ્રવૃત્તિઓનું આયોજન કરીશું તેમજ તે વધુ પડકારજનક ન હોય, ઉલ્ટાનું તેમને શીખવાના નવા વાતાવરણમાં ઢાળવામાં મદદ કરે.

આ પ્રયોગના પહેલા સત્રને માટે મેં કેટલીક વર્તુળાકાર વસ્તુઓની સાથેની પ્રવૃત્તિઓ કરાવવાની યોજના બનાવી. એવું નક્કી કર્યું કે અમે બાળકોને 'અવકાશ કે ત્રિપરિમાણમાં' અને 'સમતલ એટલે દ્વિપરિમાણમાં' વર્તુળાકાર વસ્તુઓની વચ્ચેનો સંબંધ જોવા કહીશું. આ સત્ર માટે અમે એવું માની લીધું કે બાળકો 'અવકાશ કે ત્રિપરિમાણમાં' અને 'સમતલ એટલે દ્વિપરિમાણમાં' અને 'સંબંધ'– આ શબ્દોથી બરાબર પરિચિત છે.

સત્રની શરૂઆતમાં મેં ગોળાકાર બંગડીઓ, સી.ડી., અને કાગળના ગોળાકાર ટુકડા બાળકોની વચ્ચે વહેંચી દીધા. આ પ્રવૃતિ શરૂ કરવા માટે મેં બાળકોને એવું સૂચન કર્યું કે તેઓ અવકાશમાં અને સમતલમાં બે વર્તુળાકાર વસ્તુઓની વચ્ચેના જુદા-જુદા સંબંધો જોવાની કોશિશ કરે. ઘણાં બાળકો 'બે વસ્તુઓ વચ્ચેનો સંબંધ' એટલે શું?' એવું પૂછી રહ્યાં હતાં. મેં તેમને સમજાવ્યું કે એનો અર્થ થાય છે કે બે વસ્તુઓ એકબીજા સાથે શી રીતે સંબંધિત છે. કેટલાંક બાળકો અવકાશ શબ્દનો અર્થ પૂછી રહ્યાં હતાં. મેં તેમને સમજાવ્યું કે "એવી વસ્તુઓ જેને ફક્ત લંબાઈ અને પહોળાઈ જ હોય છે, તેને દ્વિપરિમાણીય વસ્તુ કહે છે. આવી દ્વિપરિમાણીય વસ્તુ એક જ સમતલમાં

આવી શકે છે અને આ જ સપાટીને આપણે 'સમતલ કે દ્વિપરિમાણીય' કહીએ છીએ. બીજી કેટલીક વસ્તુઓ જેવી કે કંપાસ બોક્ષ, બેન્ચ, નોટબુક વગેરેને લંબાઈ, પહોળાઈ અને ઊંચાઈ હોય છે. આવી વસ્તુ કોઈપણ રીતે એક સમતલમાં આવી શકે નહીં. તેથી આપાણી આસપાસની આવી જગ્યાઓને આપણે ''અવકાશ અથવા ત્રિપરિમાણીય જગ્યા'' કહીએ છીએ. ધોરણ-૫ નાં બાળકોને 'લંબાઈ' અને 'પહોળાઈ' શબ્દની સમજણ પડતી ન હતી. ધોરણ ૭ના બાળકોએ પોતાના કંપાસબોક્ષના ઉદાહરણની મદદથી લંબાઈ અને પહોળાઈનો અર્થ બતાવ્યો. આમ આ આખું સત્ર એક પ્રશ્ન અને તેનો જવાબ એવા સત્રમાં બદલાઈ ગયું હતું અને હું પાછી વર્ગમાં મુખ્ય ભૂમિકામાં આવી ગઈ હતી. હું મારી ભૂમિકાને ગૌણ રાખવામાં અસફળ થઈ હતી.(મારે બાળકોને કોઈ સીધો નિર્દેશ આપવાનો હતો નહીં, એક શિક્ષક તરીકે વર્તન કરવાને બદલે હું અહીં એક સુવિધાકર્તા તરીકેનો વ્યવહાર ન કરી શકી.)

જ્યારે બાળકો વર્તુળાકાર વસ્તુઓ સાથે કામ કરી રહ્યાં હતાં. ત્યારે ઘણાંખરાં બાળકોએ બરાબર વર્તુળાકાર હોય તેવી વસ્તુઓને જ પસંદ કરી. આ બાળકોને પૂરેપૂરી છૂટ આપવામાં આવી હતી કે તેઓ આ વસ્તુઓ સાથે જે પણ અવલોકન કરવું હોય તે કરી શકે. મેં તેમને કહ્યું કે, તેઓ ઇચ્છે તો પોતાનાં અવલોકનો કાગળ ઉપર લખી કે દોરી શકે છે. બાળકોએ સૌથી પહેલાં આ વસ્તુઓને પોતાના હાથમાં લઈને જુદીજુદી સ્થિતિમાં રાખીને જોઈ અને તેમણે બંગડીઓને ફેરવી ફેરવીને પણ જોઈ કેટલીક છોકરીઓએ તો બંગડીઓ પહેરી પણ લીધી. પરંતુ લાંબા સમય સુધી બાળકોને એ સમજણ ન પડી કે આજની પ્રવૃત્તિમાં આખરે કરવાનું શું છે. આખા સત્રમાં તેઓ આ વાતનો વિચાર કરતા રહ્યાં કે આખરે તેમને ભણાવવામાં શું આવી રહ્યું છે?

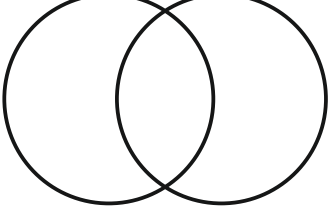
★★★

આ પ્રક્રિયામાં શિક્ષકે ખૂબ જ ધીરજ રાખવાની જરૂર હોય છે, જો શીખવાની આ પ્રવૃત્તિ દરમ્યાન બાળક કંઈક પૂછે તો સુવિધાકર્તાએ તેને સીધો ઉત્તર આપવાને બદલે પ્રતિપ્રશ્ન પૂછીને તેની મદદ કરવી જોઈએ. જો કે એવા પ્રશ્ન પૂછવા અને એવું વાતાવરણ સર્જવા માટે કે જેમાં બાળકો જાતે જ ઉત્તર મેળવી શકે. સુવિધાકર્તાએ ખૂબ જ રચનાત્મક હોવાની જરૂર હોય છે.

જોકે રચનાત્મક રીતે શીખવા-શીખવાડવા માટેની પ્રવૃત્તિઓ માટેની જરૂરી અવધારણાત્મક જ્ઞાનની જરૂરીઆત બીજા પગલાંમાં છે, તેમ છતાં પણ સુવિધાકર્તાને અવધારણાઓનું વિસ્તૃત અને સાચું જ્ઞાન હોવું જરૂરી છે. વિસ્તૃત અને સાચા જ્ઞાન વગર અવધારણાત્મક જ્ઞાનને શીખવા-શીખવાડવાની આ પ્રક્રિયા બિનઉપયોગી છે. એ બરાબર છે કે શિક્ષક બાળકોની કેટલીક પ્રવૃત્તિઓનો અંદાજ લગાવી શકે છે. છતાં પણ એ જરૂરી છે કે શિક્ષક પ્રવૃત્તિ કરાવતી વખતે ઊભી થઈ શકે તેવી વિભિન્ન પરિસ્થિતિઓ માટે તૈયાર હોય.

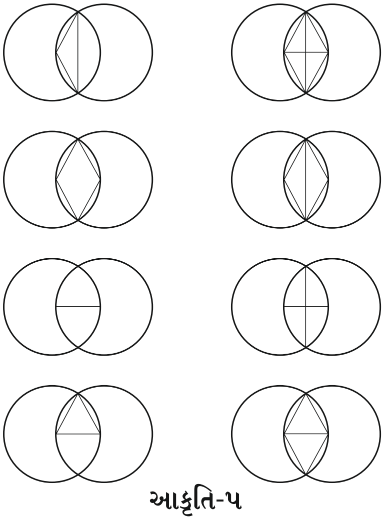
આ પ્રયોગના બીજા સત્ર માટે બાળકોને એક કાગળ આપવામાં આવ્યો હતો કે જેમાં બે સમાન આકારના વર્તુળો એકબીજાને છેદતાં હતાં. બાળકોને કહેવામાં આવ્યું કે તેઓ આ વર્તુળોની અંદર, તેમના મતે જે કંઈ પણ હોવું જોઈએ, તે દોરી શકે છે.

વર્કશીટ-૧



આકૃતિ-૪

આ સત્રની યોજના બનાવતી વખતે અમે એવું માન્યું હતું કે બાળકો આ બે આકૃતિઓની વચ્ચે વિશિષ્ટ સંબંધ કે 'આ બંને વર્તુળો સમાન આકારનાં છે અને એકબીજાનાં કેન્દ્રોમાંથી પસાર થાય છે' ને ઓળખી કાઢશે. સાથે જ, અમે એવું પણ માન્યું હતું કે બાળકો સમબાજુ ત્રિકોણ, બે સમબાજુ ત્રિકોણ, એક સમબાજુ ચતુષ્કોણ, એક સમદ્વીબાજુ ત્રિકોણ કે બે સમદ્વિબાજુ ત્રિકોણની આકૃતિઓ નીચે દર્શાવેલાં ચિત્રોની જેમ બનાવશે.

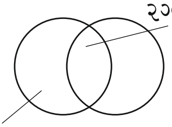


આકૃતિ-૫

આ સત્રની શરૂઆતમાં મેં બાળકોને કહ્યું હતું કે તેઓ કાગળમાં આપેલી આકૃતિઓને ધ્યાનથી જુએ તેમજ તેઓ આ વર્તુળોની અંદર કોઈ પણ પ્રકારની રચના બનાવી શકે છે.

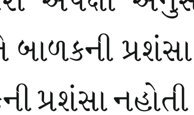
બધાં બાળકોને પૂરી સ્વતંત્રતા આપવામાં આવી હતી. સાથે જ, મેં તેમને એ પણ કહ્યું હતું કે તેઓ પોતે બનાવેલી રચનાને ધ્યાનથી જુએ અને પોતાના અવલોકનોને એક જુદા કાગળ ઉપર લખે.

હું એવું માનીને ચાલતી હતી કે બાળકો માત્ર આ રચનાઓને જ જોશે. અને આ રીતે તેઓ અપ્રત્યક્ષ રૂપે એક રેખાખંડના લંબદ્વિભાજક ને જોઈ શકશે. જો કે આ પ્રવૃત્તિ દરમ્યાન ઘણાં બાળકોએ વર્તુળના છેદથી બનતા ભાગને એક 'રગ્બી બોલના આકાર જેવો' અને તેની બહારના ભાગને એક 'ચંદ્રમાના આકાર જેવો' એવા સ્વરૂપમાં ઓળખાણ આપી.



આકૃતિ-૬

ઘણાં બાળકો એ જોઈ શકયા કે બે વર્તુળો એકબીજાનાં કેન્દ્રમાં થઈને પસાર થઈ રહ્યાં છે. ધોરણ પનાં બાળકો માટે કેન્દ્ર શબ્દ અજાણ્યો હતો. ધોરણ ૭ના એક બાળકે આ શબ્દના અર્થને મધ્યબિંદુ તરીકે વર્ણવ્યો. ઘણાંખરાં બાળકોએ વર્તુળની અંદર જુદી જુદી રચનાઓ બનાવી હતી. આ રચનાઓ જેનો મેં વિચાર કર્યો હતો, તે રચનાઓ સાથે મેળ ખાતી ન હતી. હું વર્ગમાં થોડી બેચેની અનુભવી રહી હતી. મેં 'આની અંદર કંઈ પણ બનાવો' તેવી સૂચના આપતી વખતે એવું ક્યારેય વિચાર્યું ન હતું કે બાળકો એ ભાગમાં પણ કંઈક બનાવશે જે બે વર્તુળોનો છેદપ્રદેશ છે જ નહીં. આમ, બાળકો માટે આ પ્રવૃત્તિ પસંદ કરવાનો જે ઉદ્દેશ્ય હતો તે બાળકો દ્વારા આ રીતે કામ કરવાથી પૂરો ન થઈ શક્યો. મને ગુસ્સો આવવા માંડ્યો હતો. એક બાળકે આપેલી આકૃતિમાં સમભુજ ત્રિકોણ બનાવ્યો હતો.



આકૃતિ -૭

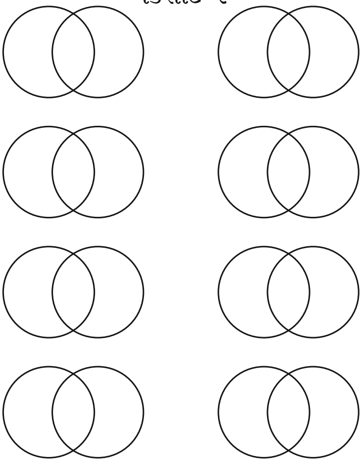
આ રચના મારી અપેક્ષા અનુસારની હતી, તેથી મેં તે બાળકની પ્રશંસા કરી. (મારે એ બાળકની પ્રશંસા નહોતી કરવી જોઈતી, કેમકે આ પ્રવૃત્તિ મુજબ દરેક બાળકનું ચિત્ર સાચું હતું અને અમે એવું માન્યું હતું કે બાળકોએ પોતાની રીતો શોધવી જોઈએ અને તેની ઉપર કામ કરવું જોઈએ). મારી આ પ્રશંસાએ બાકીનાં બાળકોનાં વર્તન ઉપર પ્રતિકૂળ પ્રભાવ પાડ્યો, બાળકોને લાગ્યું કે હું

તેમને સમબાજુ ત્રિકોણ વિષે ભણાવવા માંગુ છું તેથી તે બાળકની પ્રશંસા કરી. ત્યાર પછી તો આખા સત્રમાં બાળકોએ વર્તુળની અંદર માત્ર સમબાજુ ત્રિકોણના જ ચિત્ર બનાવ્યાં. હવે તો હું વધુ પરેશાન થઈ ગઈ કેમકે બાળકોએ તેના સિવાય બીજી કોઈ રચના બનાવી જ નહીં, જે હું ઇચ્છી રહી હતી.

★★★

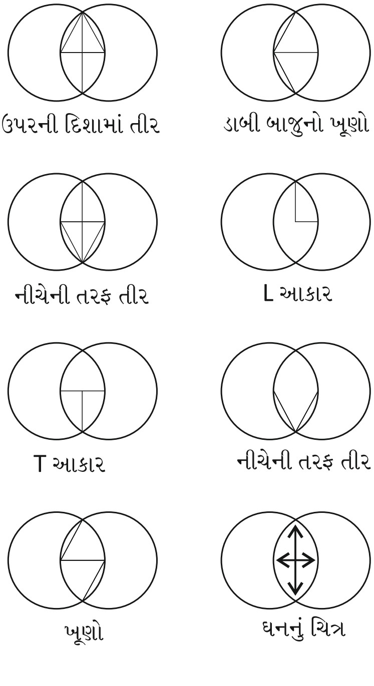
તેથી ત્રીજા સત્રમાં મેં નીચે મુજબનું કાર્યપત્રક આપવાનું નક્કી કર્યું.

વર્કશીટ-૨



આકૃતિ -૮

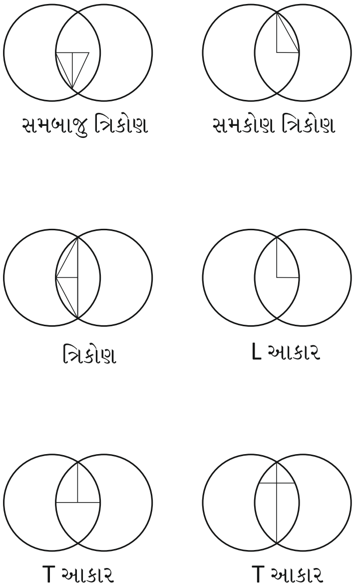
આ વખતે મેં બાળકોને ખૂબ જ કડકપણે સૂચના આપી કે તેમણે બે વર્તુળોના છેદવાળા ક્ષેત્રમાં જ કંઈક બનાવવાનું છે અને મને એવી ખાતરી હતી કે તેઓ એ જ આઠ આકૃતિઓ બનાવી શકશે કે જે મેં વિચારી રાખી હતી. બાળકોને એવી પણ સૂચના આપવામાં આવી હતી કે તેઓ તેમનાં અવલોકનો તે જ કાર્યપત્રકમાં લખે. એ વાતની પણ સૂચના આપવામાં આવી હતી કે તેઓ બનાવવામાં આવેલી ભૌમિતિક આકૃતિઓને ઓળખવાની કોશિશ કરે અને તેનું ભૌમિતિક નામ પણ આપે. આ વખતે મેં કેટલાક પ્રશ્નો તૈયાર રાખ્યા હતા અને હું એ પ્રશ્નોનો ઉપયોગ ત્યારે કરતી, જ્યારે મારે બાળકો પાસે મારી અપેક્ષા મુજબની રચના બનાવડાવવી હોય.



આકૃતિ-૯

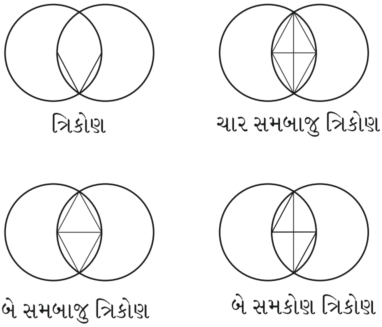
આ વખતે બનાવવામાં આવેલી રચનાઓ માત્ર છેદ વિસ્તારમાં જ સીમિત હતી. ધોરણ પાંચનાં બાળકો દ્વારા બનાવવામાં આવેલી રચનાઓનાં કેટલાંક ઉદાહરણો નીચે પ્રમાણેનાં હતાં.

ધોરણ પનાં કેટલાક બાળકોએ છેદના ક્ષેત્રમાં સમબાજુ ચતુષ્કોણ બનાવ્યો હતો.જ્યારે તેમને એનું નામ કહેવા કહ્યું તો તેઓ તેને 'પતંગ', 'હીરો' અને 'કાજુ કતરી' કહી રહ્યા હતા. ધોરણ ૬નાં બાળકોએ નીચે મુજબની રચનાઓ બનાવી.



આકૃતિ -૧૦

ધોરણ ૭નાં બાળકોએ નીચે મુજબની રચનાઓ બનાવી.



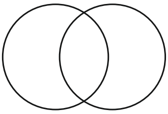
આકૃતિ -૧૧

આ સત્રમાં પણ બાળકોના જવાબો મારી અપેક્ષા મુજબના ન હતા. પરંતુ આ વખતે મેં બાળકોના જવાબોના સંદર્ભમાં મારી અપેક્ષાઓ સાથે સમજૂતી કરી લીધી. વર્ગમાં મારા દ્વારા કરવામાં આવેલું કામ અને અનુભવ વિષે લખવાનું આ પ્રયોગનો એક ભાગ હતો. આ અનુભવ-લેખન અને મારા માર્ગદર્શક સાથેની મારી ચર્ચાઓએ મારી પોતાની ભાવનાત્મક સ્થિરતા અને આત્મવિશ્વાસ જાળવી રાખવામાં મદદ કરી. મેં એક રચનાત્મક સુવિધાકર્તાની ભૂમિકા ભજવતાં શીખવાનું શરૂ કરી દીધું હતું.

★★★

નવા સત્રમાં બાળકોને નીચે મુજબનું કાર્યપત્રક આપવામાં આવ્યું.

વર્કશીટ-૩

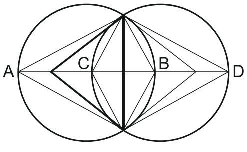


આકૃતિ -૧૨

એકવાર ફરીથી બાળકોને બે વર્તુળોની વચ્ચેનો સંબંધ ઓળખવા અને આ આકૃતિની અંદર તેઓ જે બનાવવા ઈચ્છે તે બનાવવાનું કહેવામાં આવ્યું. મેં બે વર્તુળોની અંદર કોઈ વિશેષ આકૃતિ બનાવવા ઉપર ભાર ન મૂક્યો. પહેલાની જેમ તેમને એ પણ કહેવામાં આવ્યું હતું કે તેઓ બનાવેલી રચનાને નામ પણ આપે.

બાળકોની સાથે અનૌપચારિક ચર્ચા માટે મેં તૈયારી કરી હતી.(જો રચનાઓ ભૌમિતિક હશે તો હું તેમણે બનાવેલી ભૌમિતિક આકૃતિની વિશેષતાઓ અને આ વિશેષતાઓને ભૌમિતિક સાધનોની મદદથી પરીક્ષણ કરવા કહીશ.)એ પણ નક્કી કરવામાં આવ્યું હતું કે, હું બાળકોને અગાઉ આપેલાં કાર્યપત્રકમાં આપેલા સંબંધોની સાથે આ બે વર્તુળો વચ્ચેના વિશેષ સંબંધની તુલના કરવાનું અને આ બે અલગ સ્થિતિઓમાં રચના બનાવવામાં શું તફાવત આવી રહ્યો છે, તે જોઈ શકે તે માટે તેમને પ્રેરિત કરીશ.

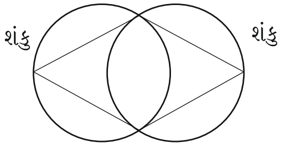
જ્યારે આ વર્કશીટ વહેંચવામાં આવી તો બધાં બાળકો આસાનીથી બે વર્તુળો વચ્ચેનો સંબંધ જોઈ શક્યા. તેઓ તેની તુલના પોતાના પહેલાના અભ્યાસ સાથે પણ કરી રહ્યા હતા. ઘણાંખરાં બાળકોએ આ પ્રકારની આકૃતિ બનાવી.



આકૃતિ-૧૩

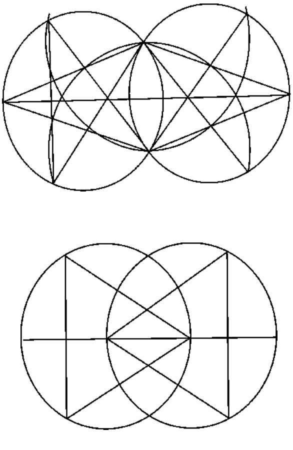
ધોરણ ૭નાં બાળકોએ આકૃતિમાં ઘાટી રેખાઓથી બનેલા ત્રિકોણને સમદ્વિબાજુ ત્રિકોણ તરીકે ઓળખ્યો. જ્યારે મેં તેને કારણ પૂછ્યું. તો તેમણે જવાબ આપ્યો કે આ ત્રિકોણની બે બાજુઓ સરખી છે કારણકે તે બે સમાન વર્તુળોની ત્રિજ્યાઓ છે. અને ત્રીજી બાજુ (વર્તુળોનાં છેદબિંદુઓને જોડતો રેખાખંડ) જે આ બે બાજુઓની લંબાઈ જેટલી નથી. બાળકોના બીજા એક સમૂહે ત્રિકોણની બાજુઓને માપીને જોઈ અને તારણ કાઢ્યું કે આ એક સમદ્વિબાજુ ત્રિકોણ છે. કેટલાંક બાળકોએ વ્યાસ AB અને CD દોર્યા અને એ તારણ કાઢ્યું; કેમકે વ્યાસ ત્રિકોણની વચ્ચે છે તેથી ત્રિકોણની બંને તરફની બાજુઓ સમાન હશે.

ધોરણ-પનાં કેટલાક બાળકોએ નીચેની આકૃતિ બનાવી.



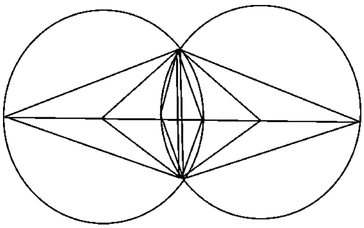
આકૃતિ-૧૪

ધોરણ-પનાં એક બાળકે નીચેની આકૃતિ બનાવી.



આકૃતિ -૧૫

વર્તુળોની બે વિશેષ સ્થિતિઓની તુલના કરવા માટે એક છોકરીએ તે જ અભ્યાસપત્રક ઉપર પહેલાની આકૃતિ પણ બનાવી દીધી અને બંને સ્થિતિઓમાં વર્તુળોની ત્રિજ્યામાં તફાવત જોવા માટે ત્રિજ્યા પણ બનાવી દીધી. તેણે આ પ્રવૃત્તિને ‘વર્તુળમાં ચિત્ર’ એવું નામ પણ આપ્યું. (આકૃતિ-૧૬) તેણે એવું જણાવ્યું કે આપણે વર્તુળોની અંદર ચિત્ર બનાવી રહ્યા છીએ તેથી મેં તેને ‘વર્તુળમાં ચિત્ર’ નામ આપ્યું છે.

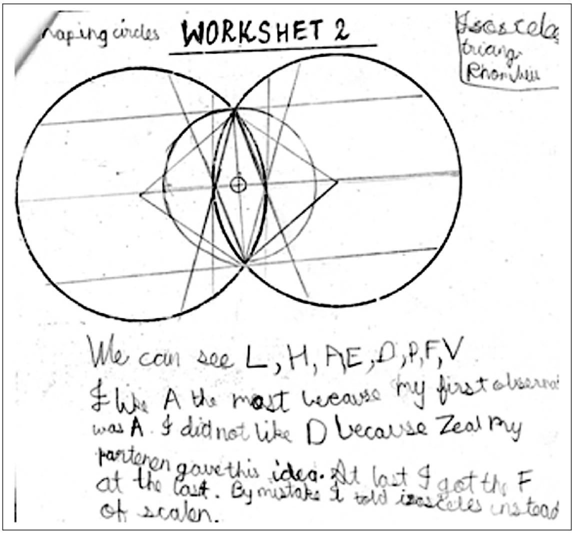


આકૃતિ-૧૬

ધોરણ-પનાં એક બાળકે કહ્યું કે સૌથી પહેલાં એક સમદ્વિબાજુ ત્રિકોણ બનાવ્યો, તેનાથી તેને અક્ષર ‘A’ બનાવવાનો વિચાર આવ્યો. ત્યારે તેણે બીજી રેખાઓ બનાવવાનું શરૂ કર્યુ. બીજા અંગ્રેજી અક્ષરો બનાવવાની શક્યતાઓનો પણ વિચાર કર્યો. આકૃતિ-૧૭

બધાં બાળકોએ પોતાની સમજ અનુસાર, તેઓ જે પણ શીખ્યા હતા તેની જવાબદારી લેવાની શરૂ કરવા માંડી. આ સમય સુધી હું પણ બાળકોની તરફ મારી અપેક્ષાઓને લઈને સામાન્ય સ્થિતિમાં આવી ગઈ હતી.

હું એ સમજી ગઈ હતી કે એક શિક્ષક તરીકે તમે જે વાત બાળકોને કહો ત્યારે એ જરૂરી નથી કે બાળકો પણ એ



વાતને એ જ અર્થમાં સમજે કે જે તમે કહેવા ઇચ્છતા હો. આપેલાં સૂચનોમાંથી તેઓ જે સમજ વિકસિત કરે છે, તેમની આ સમજ તેમની ઉંમર, વાતાવરણ અને અત્યાર સુધીમાં તે વાતાવરણમાં તેમના અનુભવો પર આધારિત હોય છે. વર્ગમાં શિક્ષક બાળકોને જે અનુભવ આપે છે તે બાળકોને માટે આપવામાં આવેલાં સૂચનો કે પ્રવૃત્તિઓને માટે નવા અર્થ વિકસિત કરવા માટેની તકો જેવા જ હોય છે. તેથી એ જરૂરી છે કે સુવિધાકર્તા ત્યાં સુધી ધીરજ રાખે જ્યાં સુધી બાળકો વર્ગમાં કોઈ પ્રવૃત્તિ કરી રહ્યા હોય. તે બાળકોનાં અત્યારનાં જ્ઞાનને સમજવાની કોશિશ કરે અને તેના આધારે નવા અનુભવો અને શીખવાના એવા વાતાવરણને બનાવવામાં મદદ કરે જે શીખવા માટેના અપેક્ષિત પરિણામોની તરફ લઈ જતાં હોય.

પ્રજ્ઞા કદમઃ છેલ્લાં ૧૨ વર્ષોથી મુંબઈની વિવિધ ખાનગી શાળાઓમાં ગણિતની શિક્ષિકા રહી ચૂકી છે. શાળાના બાળકોને ગણિત ભણાવવા માટે અને શિખવવામાં તેને વિશેષ રુચિ છે.

અંગ્રેજીમાંથી અનુવાદઃ નિદેશ સોની : એકલવ્ય શાહપુરમાં કાર્યરત છે. ગણિત શિક્ષણમાં વિશેષ રસ ધરાવે છે.

હિંદી શૈક્ષણિક સંદર્ભ અંક ૧૨૨ માંથી સાભાર

ગુજરાતી અનુવાદઃ સ્વાતિ દેસાઈ : આર્ચના ગણિત શિક્ષણ સાથે જોડાયેલા છે.

એક પ્રવૃત્તિમય પુસ્તિકાનો પરિચય અને વર્ગખંડમાં અનુભવ

કિંમતઃ રૂ.૧૮૦/-

હંમેશાં બાળકોની માનસિક-વૈચારિક તૈયારીને ધ્યાનમાં રાખ્યા વગર જ ગણિત શિખવાડવાનું શરૂ કરી દેવામાં આવે છે. જે એકદમ બોરિંગ હોય છે, જેમ કે લેફ્ટ-રાઈટ કે દાયે મૂડ બાયે મૂડ જેવી કવાયત! જેમાં શોધ કરવી, સવાલો કરવા, જવાબો શોધવા અને હાજર સંસાધનનો સાચો ઉપયોગ કરવો -આવું કંઈ જ નથી હોતું. આપણે માત્ર ગોખી કાઢીએ છીએ. આ પુસ્તક હાથથી કંઈક બનાવતાં, સુધારતાં, રમતાં, કલ્પના કરતાં અને જીવનની વ્યવહારિક પરિસ્થિતિ સાથે ગણિતને જોડીને ગણિત સાથે તમારી દોસ્તી કરાવે છે.

ખૂબ બધાં ચિત્રો, કોષ્ટક અને ગ્રાફ આપવામાં આવ્યા છે. સાથે જ ત્યાં જે નંબરો આપ્યા છે તેને જોડીને પ્રવૃત્તિ કરવાનું જણાવ્યું છે અને વચ્ચે વચ્ચે સવાલો પણ મૂકવામાં આવ્યા છે. જે બાળકોને કંઈક કરી જોવા વિચારવા માટે મજબૂર કરે છે.

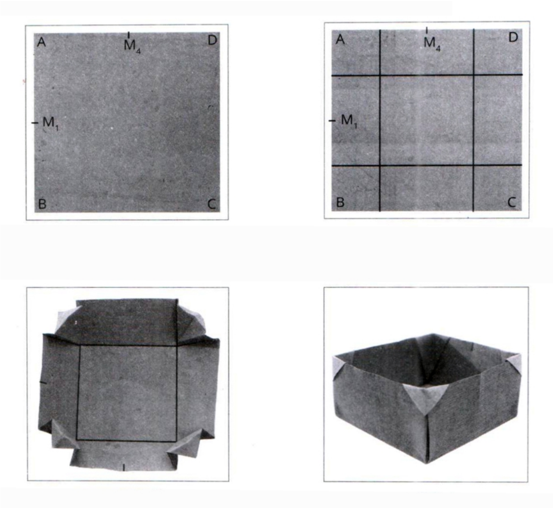
પુસ્તક આજે જ ઓર્ડર કરોઃ આર્ચ-ધરમપુર, મો. ૯૮૨૫૬૫૧૩૪૧
https://eklavyapitara.in/products/dibbe-se-doctorate

પુસ્તક પરિચય

પુસ્તકનો વર્ગખંડમાં અનુભવ

રોજિંદા જીવનમાં ગણિત અને જ્યારે હાથથી કામ કરવાની વાત આવે ત્યારે 'ડીબ્બે સે ડૉક્ટરેટ' પુસ્તક જોઈને જ એવું થઈ જાય કે કંઈક નવું મળશે. અમે નાના હતા ત્યારે પસ્તીના પેપરમાંથી કોથળીઓ બનાવતા. સાથે જ એક પિરિયડ કાગળ કામનો રહેતો, જેમાં અમે કાગળ અને પૂંઠામાંથી પેન સ્ટેન્ડ, ટ્રે, ફૂલદાની વગેરે બનાવીને ડેકોરેટ કરતાં. ખેર, એ વાત રહેવા દઈને આજની વાત કરીએ તો 'ડીબ્બે સે ડૉક્ટરેટ' પુસ્તક હાથમાં આવ્યું તેવું જ વાંચી તો લીધું જ, પરંતુ સાથે જ બાળકો સાથે એ કરીને જોવાની ઈચ્છા પણ રોકી ન શકી.

ધોરણ-૫નાં બાળકોને પહેલાં ખુલ્લો સમઘન બતાવીને આવો ડબ્બો બનાવવા તમે પાંચ ચોરસને કેટલી રીતે ગોઠવી શકો એવું પૂછીને કાગળ આપ્યા. તો બધા ખૂબ ઝડપથી કાગળને વાળીને ફાડીને બતાવતાં ગયાં. ઘણાંએ તો બીજા કાગળ પોતાની નોટમાંથી પણ ફાડ્યા અને હું બોર્ડ ઉપર તેના ચિત્રો દોરતી ગઈ. એ સાથે જ એવી ગોઠવણી પણ મળી કે જે રીતે સમઘન બની ન શકે. પછી તો મઝા જ પડી ગઈ મારી પાસે બીજા ઘન આકાર હતા તે બતાવ્યા પછી હું બોર્ડ ઉપર કોઈ આકારની સ્ટેન્સિલ દોરું અને પૂછું કે આને જોડવાથી કયો આકાર બનશે તો તરત જ સાચો જવાબ મળતો. આમ, બાળકોમાં ઘન આકારો અને તેના પૃષ્ઠફળનો પાયો નંખાયો.



ધોરણ-૮માં જ્યારે ઘનફળ અને પૃષ્ઠફળની વાત કરવાની હતી ત્યારે પણ પૃષ્ઠફળ માટે આ રીત ખૂબ કામમાં આવી. ઘનફળની વાત કરતી વખતે ઘનફળનું માપ આપી દઈને જુદી જુદી લંબાઈ, પહોળાઈ અને ઊંચાઈ લઈને બોક્સ બનાવવા કહ્યું અને ત્યારબાદ તેમાં પાણી ભરીને માપન કરાવ્યા પછી જે ચર્ચાઓ થઈ એમાં મને અને બાળકોને બંનેને ખૂબ મઝા પડી. આ ચર્ચાઓ માટેના પ્રશ્નોનો આઇડિયા મને આ ‘ડીબ્બે સે ડૉક્ટરેટ’ માંથી જ મળ્યો હતો.

સ્વાતિ દેસાઇ (આર્ચના ગણિત કાર્યક્રમ સાથે જોડાયેલાં છે.)

આપમેળે અર્થગ્રહણ

ગણિત વિજ્ઞાન અને સામાજિક વિજ્ઞાનના સંદર્ભમાં

છાયા ઉપાધ્યાય

બાળક વાંચતું થઈ જાય પછી પહેલી ઉતાવળે તેને કેટેગોરાઈઝ કરી દેવાય છે– હોશિયાર હોય તો મેથ્સ-સાયન્સ અને એવરેજ હોય તો મેથ્સ-સાયન્સ નહીં. બંને રીતે, ભાષા, ખાસ તો માતૃભાષાને કોરાણે મૂકી દેવાય છે. વાંચન એટલે કે બેઝિક લિટર્સી આવી ગયા પછી ભાષાનું કોઈ ઉપયોજન શિક્ષણ પ્રક્રિયામાં નથી એવી ગેરસમજ વ્યાપક છે.

ભાષા પર ધ્યાન આપ્યા વગર થતું શાસ્ત્રોનું શિક્ષણ: સામાજિક વિજ્ઞાન, વિજ્ઞાન અને ગણિતના વર્ગખંડોમાં થતી પ્રક્રિયા મોટાભાગે આ રીતે થાય છે: શિક્ષક વર્ગમાં પહોંચે, એકમનો જે મુદ્દો શિખવવાનો હોય તેના વિશે બોલે, બોલતી વખતે બોર્ડ પર નોંધ કરે, સામાન્ય પ્રશ્નો પૂછે, જરૂર જણાયે વીડિયો બતાવે. તે પછી મહાવરા માટે પ્રશ્નો કે દાખલા આપે.

આ પ્રક્રિયામાં વિદ્યાર્થીએ સાંભળવાનું તો ઘણું થાય છે પણ વાંચવાનું? ફક્ત પ્રશ્નો કે દાખલાની રકમ.

તેમાં પણ ‘ચર્ચા‘ની લાલચ હેઠળ શિક્ષક પ્રશ્ન અને રકમ પણ ‘સમજાવી’ દેતા હોય છે. જેમકે, ‘હર્ષવર્ધન દાનવીર કહેવાયાં.’ એમ પ્રશ્ન હોય ત્યારે શિક્ષક ‘ચર્ચા’ કરે એટલે કે પોતે જ પ્રશ્નો પૂછે અને અપેક્ષિત જવાબ કહી દે– હર્ષવર્ધન શું દાન આપતો? ક્યારે? કેમ? આપણે

‘દાનવીર’ કોને કહીએ છીએ?

ગણિત હોય તો- પહેલાં શું કરવાનું ? કયું સૂત્ર વાપરવાનું ? પછી શું કરવાનું ?

એક તો, સામાજિક વિજ્ઞાન, વિજ્ઞાન અને ટૅકનૉલૉજી તથા ગણિતનાં પાઠ્યપુસ્તકોની ભાષા સંબંધિત ધોરણની ગુજરાતી કરતાં અઘરી હોય છે: ૧) તેમાં સંકુલ અને લાંબાં વાક્યો હોય છે. ૨) તેમાં પારિભાષિક શબ્દોની સ્વાભાવિક ભરમાર હોય છે.

આથી, શિક્ષકો ‘સમજાવી’ દેવાનું વલણ અપનાવે છે. અને આમ વિદ્યાર્થીનો પગ —સમજાતું નથી એટલે વાંચવું નહીં અને વાંચતા નથી એટલે સમજાતું નથી— વિષચક્રમાં ફસાઈ જાય છે. વિદ્યાર્થીઓ સામાજિક વિજ્ઞાન કે વિજ્ઞાન અને ટૅકનૉલૉજીનું પાઠ્યપુસ્તક તો ક્યારેક વાંચતાય હશે, ગણિત તો નહિવત વિદ્યાર્થીઓ વાંચતા હશે.

કેટલાક ઉકેલ :

(૧) મુખર વાંચન : સામાજિક વિજ્ઞાન, વિજ્ઞાન કે ગણિતના તાસની શરૂઆત અથવા અંતે ગુજરાતી(પ્રથમ ભાષા)નો એકમ વંચાય તે રીતે એક પાનાનું પઠન કરાવવું. એક વિદ્યાર્થી વાંચવા ઊભો થાય, અમુક વાક્યો પછી અટકે અને બીજો વિદ્યાર્થી આગળ વાંચે એમ. આપણે જાણીએ છીએ કે વાંચન-અર્થગ્રહણ માટે મુખર વાંચન ખૂબ અગત્યનું છે.

મુદ્દાની શરૂઆત કે અંતે પણ આ રીતે મુદ્દા પૂરતું વાંચન કરાવી શકાય.

(૨) મૂક વાંચનઃ તાસની કે મુદ્દાની શરૂઆત કરતાં પહેલાં કે પછી વિદ્યાર્થીને મનમાં વ્યક્તિગત વાંચન

કરવા કહી શકાય. પઠન પછી મૂક વાંચન એ લેવા જેવું પગલું છે. અર્થગ્રહણ માટે મૂક વાંચન ખૂબ જરૂરી છે.

શરૂઆતમાં મુખર વાંચન અને પછી મૂક વાંચન એમ પણ કરી શકાય.

(૩) **અર્થગ્રહણ પ્રવૃત્તિઓ:** ભાષાનાં પાઠ્યપુસ્તકોમાં પણ અર્થગ્રહણ એટલે - wh questions (કોણ, ક્યારે, કોને, કેટલા, કેવી રીતે, કેમ) અને વર્ણન કરવું એમ અત્યાર સુધી માનવામાં આવતું હતું. અર્થગ્રહણનાં સ્તર હોય અને વિદ્યાર્થીને એક પછી એક ક્રમિક પ્રવૃત્તિ મારફતે આપમેળે અર્થગ્રહણ કરવા સુધી પહોંચાડવાનો હોય તે દૃષ્ટિકોણ હાલના ગુજરાતી (પ્રથમ ભાષા) પાઠ્યપુસ્તકો (ધોરણ ૩થી ૫)માં જોવા મળે છે. અર્થગ્રહણ કરવા માટેનાં આ પગલાં સામાજિક વિજ્ઞાન, વિજ્ઞાન અને ટૅકનૉલૉજી તથા ગણિતના વિષયોમાં પણ નીચેની રીતે અપનાવી શકાય.

૩.૧: માહિતીની તારવણી:

આપણે ત્યાં સામાજિક વિજ્ઞાન તથા વિજ્ઞાન અને ટૅકનૉલૉજીના અભ્યાસમાં માહિતીનું ભારણ ખાસું છે. તેવામાં અર્થગ્રહણની સાદી પ્રવૃત્તિઓ બે રીતે ફાયદાકારક થાય: (૧) વિદ્યાર્થી આપમેળે અર્થગ્રહણ કરવા તરફ વળશે. (૨) વિદ્યાર્થીને માહિતીના પ્રશ્નોના જવાબ આવડવા માંડશે.

ખરાં ખોટાં, ખાલી જગ્યા, એક શબ્દમાં જવાબ, મને ઓળખો, જોડકાં:

સામાન્ય રીતે એકમ પૂરો થયા પછી આવા પ્રશ્નો આવતા હોય છે. તેના બદલે શિક્ષક દરેક મુદ્દા માટે કે એક એક પાન માટે આવા પ્રશ્નો બનાવી લે તો ૧) વિદ્યાર્થીએ એક પાન કે એક-બે ફકરા વાંચવાના થાય એટલે તે ઝડપથી જવાબ શોધી શકે. તેથી(i) વિદ્યાર્થીનો આત્મવિશ્વાસ વધે. (ii) વર્ગ કાર્યમાં સમય ના બગડે. (iii) વિદ્યાર્થીઓ જવાબ આપે એટલેકે શિક્ષણ કાર્યનું પરિણામ મળતું જોવા મળે તેથી શિક્ષકને સારું લાગે.

આવી પ્રવૃત્તિઓ બનાવતી વખતે ધ્યાન રાખવું કે ૧)પાંચમાંથી ત્રણ કે ચાર પ્રશ્ન વર્ગના બધા વિદ્યાર્થીઓ જવાબ આપી શકે તેવા હોય. ૨) એક મુદ્દા કે પાનાં માટે શરૂઆતમાં આવી

ત્રણેક પ્રવૃત્તિઓ કરાવવી.

(૩) શરૂઆતમાં વિગતનું પુનરાવર્તન થાય તે જોવું - જે વિગત ખાલી જગ્યામાં પૂછી હોય તે જ મને ઓળખો કે જોડકામાં ફરી આવે તેમ.

(૪) ત્રણ-ચાર એકમ સુધી આમ ધીમી ગતિએ, પુનરાવર્તન કરાવતાં રહ્યા પછી ધીમે ધીમે પ્રશ્નોનું સ્તર ઊંચકવું.

૩.૨ઃ તુર્કોએ કૉન્સ્ટેટીનોપલ જીતતા યુરોપના લોકોને નવો જળમાર્ગ શોધવાની જરૂર પડીઃ આ વાક્ય આપણે સમજી જઈએ કારણકે આપણને ખબર છે કે તુર્ક એ પ્રજાનું નામ છે, કોન્સ્ટેટીનોપલ એ શહેર છે અને યુરોપ ખંડ છે.

આવાં વાક્યો માટે નીચે મુજબ ટેબલ ભરાવવાની પ્રવૃત્તિ કરી શકાય.

આપેલ ફકરો/ પાનું વાંચીને ટેબલમાં વિગતો ભરો.

માણસનું નામ	સ્થળ	સમય	મુખ્ય ક્રિયા/ઘટના

વિદ્યાર્થી આ ટેબલ આપમેળે ભરી નહીં શકે કારણકે તેને ખબર નથી કે કયું માણસનું નામ છે અને કયું નામ ગામ કે નદી કે પર્વત છે. શરૂઆતમાં શિક્ષકે સમૂહમાં માહિતી આપવાની થશે.

● આ પ્રવૃત્તિમાં એમ શિખવવાનું થાય કે કોઈ અજાણ્યો શબ્દ નામ છે કે વિશેષણ; નામ હોય તો વ્યક્તિ, સ્થળ કે વસ્તુ છે તે કંઈ રીતે ખબર પડે ? ઉપરનું ટેબલ ભરવાથી આ આવડી ના જાય. ટેબલ ભરાવતી વખતે જે પ્રક્રિયા થાય તેનાથી ખબર પડે. જેમકે, કોન્સ્ટેટીનોપલ કોણે જીત્યું ?-- તુર્કોએ. તો તુર્ક કોણ હશે ? કોન્સ્ટેટીનોપલ વ્યક્તિ છે કે જગ્યા એમ કયા શબ્દ પરથી ખબર પડે?- કોન્સ્ટેટીનોપલ જીતી/જીત્યો કે જીત્યું ? યુરોપના લોકો ક્યાં રહેતા હશે ?

આ પ્રશ્નો બોલાતી વખતે બોર્ડ પર લખાય તો વધારે સારું.

● આ(આવાં) વાક્યોની વાત નકશા વગર થવી ના જોઈએ.

૩.૩ઃ નીચેની રીતે સૂચનાઓ, સંકુલ વાક્યો અને દાખલાની રકમ ઉકેલવાનો મહાવરો દરેક નવા મુદ્દા માટે ઓછામાં ઓછી એક વાર આપવો. યાદ રાખીએ કે આ પ્રવૃત્તિ મૌખિક નહીં પણ વાંચન માટેની છે. તેથી તે બોર્ડ પર લખાય અને વિદ્યાર્થીઓ વાંચીને તેના જવાબ લખે તેમ વર્ગમાં થાય.

૧. આપેલા ફકરાનાં દરેક વાક્યમાં કોઈ ભૂલ છે. તે શબ્દ શોધો, તેના પર લીટી કરી સાચો શબ્દ લખો. હવે આખો ફકરો વાંચો.

● તે 'શબ્દ' એટલે કયો શબ્દ?
● ફકરાનાં કેટલાં વાક્યો ભૂલ વગરના હશે?
● વિદ્યાર્થીઓએ કયાં કયાં કામ કરવાનાં થશે?
● દરેક વાક્યમાં કેટલા શબ્દ સુધારવાના થશે?
● લીટી કરતાં પહેલાં વિદ્યાર્થીએ શું નક્કી કરવું પડશે?

૨. અંક ૪ અને ૫ -નો બે વાર ઉપયોગ કરીને ચાર અંકની સૌથી મોટી અને સૌથી નાની સંખ્યા બનાવો. તે બે સંખ્યાઓનો તફાવત શોધી કાઢો.

● એક વિદ્યાર્થીએ ૩૪૪૫૫ એમ સંખ્યા બનાવી. આ સંખ્યામાં કઈ સૂચનાનો ભંગ થયો છે? ૧)૪ અને ૫ -નો બે વાર ઉપયોગ ૨) સંખ્યા ૪ અંકની હોવી જોઈએ
● ૪ અને ૫ -નો બે વાર ઉપયોગ કરીએ તો કેટલા અંકની સંખ્યા બને?
● ૪ અને ૫ -નો બે વાર ઉપયોગ કરીને ચાર અંકની કેટલી સંખ્યા બનાવી શકાય? તે સંખ્યાઓ લખો.
● જો ૪૪ને એકમ-દસકના સ્થાને મૂકીએ તો આ દાખલામાં બનતી સંખ્યા સૌથી નાની હશે કે મોટી? કેમ?
● આ દાખલામાં વિદ્યાર્થીએ કરવાની ક્રિયાઓને યોગ્ય ક્રમમાં ગોઠવો.

-તફાવત શોધવો

- સંખ્યામાં દાખલાના નિયમોનું પાલન થાય તે જોવું.

-ચાર અંકની સંખ્યા બનાવવી

● આ દાખલામાં સૌથી નાની અને સૌથી મોટી સંખ્યાનો તફાવત શોધવા શું કરવું પડશે?
● શું ૫૫૪૪ને ચાર અંકની સૌથી મોટી કે સૌથી નાની સંખ્યા કહેવાય? કેમ?

૩.૪ : પારિભાષિક શબ્દોની સમજ ભાષાની રીતે અપાય તો ખૂબ અસરકારક પરિણામ મળે. જેમકે, સંધિ, શબ્દસમૂહ માટે એક શબ્દ, સામાસિક શબ્દની રીતે અને અર્થ ધારવાની પ્રવૃત્તિઓ વડે અર્થગ્રહણ કરાવવું. તે માટે પ્રવૃત્તિ કરવા વ્યાકરણ આવડે તે જરૂરી નથી. વિદ્યાર્થીને યોગ્ય અર્થ સુધી પહોંચવામાં મદદ કરે તેવી પ્રવૃત્તિ બનાવવી પૂરતું છે.

૧.મૌર્યયુગઃ -મૌર્ય રાજાઓનો યુગ; -મોરની વસ્તી વધી તે યુગ; -જ્યારે મૌર્ય વંશના રાજાઓનું રાજ્ય હતું તે સમય (એક કરતાં વધારે વિકલ્પ પસંદ કરો.)

રજપૂત યુગ, સોલંકી યુગ (આ શબ્દો વિગત તરીકે ના આવતા હોય તો પણ મહાવરાના ભાગ તરીકે આપવા; આ રીતે વિચારવાની ટેવ પડે તે માટે

આપવા.)

સીધા જવાબ આપી દેવાના બદલે બહુવિકલ્પ આપવા.

આ ટેવ આગળ જતાં બીજા પારિભાષિક શબ્દોના અર્થ ધારવામાં કામ લાગશે.

સૂર્યગ્રહણ, કટિબંધ, પરિભ્રમણ, આંતરરાષ્ટ્રિય, વહિવટીતંત્ર જેવા શબ્દો માટે આ પ્રવૃત્તિ કરી શકાય.

૨. **a.** ધર્માનુરાગી : ધર્મ + અનુરાગી : ધર્મ પ્રત્યે વધારે પ્રીતી હોય તેવો માણસ

i. મારા દાદા દરરોજ મંદિરે જાય છે. મારા દાદા ધર્માનુરાગી છે.

ii. કલિંગના યુદ્ધ પછી રાજા અશોક ધર્માનુરાગી બન્યા.

b. ગુરુત્વાકર્ષણઃ ગુરુત્વ + આકર્ષણઃ ઘણું મોટું (વધારે) ખેંચાણ

c. પુનઃનિર્માણઃ પુનઃ+ નિર્માણઃ ફરીથી બનાવવું

(૪) **લેખન :** નકલની રીતે લખવાની શરૂઆત કર્યા પછી વિદ્યાર્થીને આપમેળે લખવાનું શીખવા મળતું નથી. મોટાભાગના વિદ્યાર્થીઓ આપમેળે ફક્ત પરીક્ષામાં લખે છે અને એટલે મૌખિક જવાબ આવડતા હોય તો પણ જવાબ યોગ્ય રીતે લખી શકતા નથી. મૌલિક જવાબ લખવા એટલે ફક્ત ભાષામાં નિબંધ લખવા એમ નથી, મૌલિક લખતાં આવડે તે વિદ્યાર્થી માહિતીને જુદી જુદી રીતે લખી, વ્યક્ત કરવા સક્ષમ બને છે. વિજ્ઞાનનો પ્રયોગ કરી શકતો વિદ્યાર્થી પ્રયોગ કે વૈજ્ઞાનિક કારણ લખી શકતો નથી તેની પાછળ પણ ઉપરનાં કારણો છે.

૪.૧: વિદ્યાર્થીઓ દરેક શબ્દનો દરેક અક્ષર જોઈ જોઈને લખતા હોય છે. આથી, અર્થગ્રહણ થતું નથી અને લેખન કૌશલ્ય તો જાણે શરૂ જ થતું નથી.

આવા વિદ્યાર્થીઓ માટે મૌલિક લેખનની શરૂઆત પોતાના પરિચિત વિષય પર લખાવવાથી કરી શકાય. જેમકે, મારી મમ્મી, મારું પ્રિય ફળ. આમ કરવાથી પોતાના મનની વાત વાક્ય તરીકે લખવી એમ ખ્યાલ આવે. આવા વિષયો પર (વિદ્યાર્થીની ક્ષમતા મુજબ) પાંચ, સાત, દસ વાક્યનો આગ્રહ રાખવાથી 'પરિચિત બાબતો પર વિચાર કરી શકાય છે અને તે વિચાર લખી શકાય છે.' તે ખ્યાલ ઊભો થાય અને કેળવાય.

આગળ જતાં આ કામ શબ્દ જૂથ અથવા વાક્યના સાર્થક ટૂકડા જોયા વગર લખવાથી કરાવી શકાય. જેમકે, પૃથ્વી/ સૂર્ય ફરતે પરિક્રમણ/ અને/ પોતાની ધરી પર પરિભ્રમણ/ કરે છે.

લાંબા/મોટા શબ્દોના સાર્થક

ટુકડા કરવાનો મહાવરો પણ અહીં કામ લાગે. જેમકે, સમશિતોષ્ણ - સમય, શિત, ઉષ્ણ.

૪.૨: ભાષાની સમજ કેળવાય તો જવાબ-લેખનની ક્ષતિઓ નિવારી શકાય અને અર્થગ્રહણ કેળવાય. જવાબ યોગ્ય રીતે લખવો એટલે પ્રશ્ન સમજવો અને માહિતી તથા વિચારોને ચોક્કસ રીતે ગોઠવવા.

તે માટે નીચે જેવી પ્રવૃત્તિ કરી શકાય.

૧. દરેક વાક્યમાં કશીક ભૂલ છે, શોધી કાઢો અને વાક્ય સુધારો.

અ. સૂરજ આથમ્યો અને અજવાળું થયું.

બ. મનીષનો જે દાંત પડી ગયો હતો ત્યાં તેને નવી દાઢ ફૂટી.

ક. કૂતરો બટકું ભરે તો ઇન્જેક્શન મૂકાવવાં પડે.

૨. આ પ્રશ્નમાં કેટલા પ્રશ્ન છે? તે દરેકનો જવાબ બોલો.

૩. આ પ્રશ્નના જવાબમાં કેટલા મુદ્દા આવશે? તે મુદ્દા ક્યાં ક્રમમાં ગોઠવવા જોઈએ? આ ક્રમ ગોઠવવા સમય-વ્યક્તિ જેવી કઈ બાબતો ધ્યાનમાં રાખવી? (તફાવત, કારણ-કાર્યને લગતા પ્રશ્નો, વૈજ્ઞાનિક & ભૌગોલિક કારણો માટે)

૪. આ પ્રશ્ન/ દાખલામાં કયા કયા શબ્દ પર ધ્યાન આપવાથી પ્રશ્ન સમજવો સહેલો પડે? તે શબ્દ નીચે લીટી કરો.

અહીં કહેવાનો હેતુ એમ નથી કે– ‘કુલ’ આવે એટલે સરવાળો અને ‘કેટલા વધ્યા’ આવે ત્યાં બાદબાકી કરવી જેવા— અતાર્કિક શૉર્ટકટ આપવા. (દા.ત. મિનાક્ષી પાસે ૨૫૦/ રૂપિયા છે. તેણે ૩૧૫ રૂપિયાનું ફ્રોક ખરીદવું છે. તેણે કેટલા રૂપિયા ઉછીના લેવા પડશે ?)

૫. આ વાક્યમાં, ફકરામાં ચાવીરૂપ શબ્દો/ કી વર્ડ્ઝ કયા છે?

– ઉપરનાં જેવાં ગણિતનાં ઉદાહરણો

– સામાજિક વિજ્ઞાન, વિજ્ઞાન અને ટૅકનૉલૉજીમાં એવા શબ્દો હોય જે યોગ્ય સંદર્ભમાં જ સમજવાના થાય

૬. આમાં કયા શબ્દ નકામા છે?

– આ પ્રશ્ન ગણિતમાં ખાસ કામ લાગે, કે કઈ માહિતી પર ધ્યાન નથી આપવાનું. (દા.ત. મહેશભાઈને ખેતર ફરતે વાડ કરવી છે. તેમના ખેતરની લંબાઈ ...)

૭. ઇતિહાસમાં રાજાઓનો પરિચય ભાષામાં પાત્ર પરિચય લખીએ તે રીતે લખાવવો.

આવી ચર્ચા શરૂ કરીએ ત્યારે વિદ્યાર્થીઓ જવાબ આપી ના શકે અને વર્ગમાંથી એક કે બે વિદ્યાર્થીઓ જ જવાબ આપે તેમ બને. પણ, આ કામ

નિયમિત થાય તો વિદ્યાર્થીઓ જવાબ તો આપશે જ, વિગતો આપમેળે સમજતા-લખતા થશે.

ગણિત, વિજ્ઞાન અને ટૅકનૉલૉજી, સામાજિક વિજ્ઞાનને ભાષાની જેમ પઠન કરીને 'ભણાવી દીધું' કહી દીધાના ઉદાહરણ આપણે જાણીએ છીએ. અહીં તે વિષયોની વિષયલક્ષી પદ્ધતિને ઠેબે ચડાવીને આ પદ્ધતિ અપનાવવાની વાત નથી. શાસ્ત્રોનું શિક્ષણ તાર્કિક ચિંતન સાથે જોડાયેલું હોવાથી તે વિષયોમાં ચર્ચા, વિદ્યાર્થીઓ પાસે દાખલાની રકમ બનાવડાવી કે જવાબ પરથી પ્રશ્ન બનાવવા (આવી પ્રવૃત્તિઓ સંબંધિત પાઠ્યપુસ્તકોમાં આપેલી જ છે.) જેવી પ્રયુક્તિઓ કરાવવાની જ હોય. અહીં તો વાતનું કેન્દ્ર છે આપમેળે અર્થ ઘડતર કરવા તરફ વિદ્યાર્થીને કઈ પ્રવૃત્તિઓ વડે આગળ વધારાય.

સામાજિક વિજ્ઞાન, વિજ્ઞાન અને ટૅકનૉલૉજી, ગણિત, રમતગમત કે કળા—વિષય ભણવાનું માધ્યમ તો ભાષા જ છે. ભાષા જો કેળવાયેલી હોય તો બીજી ભાષા, બીજા વિષય સમજવાનું-શિખવાનું સરળ બને છે. ભાષા સિવાયના વિષયોના શિક્ષકે વ્યાકરણ નથી શિખવવાનું, પણ જો તે પોતાના વિષયને 'સમજાવી' દેવાને બદલે વિદ્યાર્થી તે જાતે 'સમજે' એટલે કે આપમેળે અર્થગ્રહણ કરે એમ ઇચ્છતા હોય તો ઉપર જેવી ભાષા શિક્ષણની તકનિકો અપનાવવાથી અપેક્ષિત પરિણામ મળવાની સંભાવના વધી જશે.

લેખક : છાયા ઉપાધ્યાય ચિખોદરા કન્યા શાળા પ્રાથમિક શિક્ષક, આણંદ :- વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો માટે પાઠ્યપુસ્તકો સહિત અધ્યયન અધ્યાપન સામગ્રીના લેખક અને વર્ગમાં તેના અમલીકરણના ચાહક અને સંવાહક. પુસ્તકો, સંગીત, પ્રવાસ, ફિલ્મો, ચાલવાના શોખીન

સવાલીરામ

સવાલઃ- પતંગ દોરા સાથે બંધાયેલી હોય ત્યાં સુધી ઉપર ઊડે છે. જ્યારે દોરો તૂટી જાય ત્યારે નીચે આવી જાય છે, એવું કેમ?

-દેવેશ શાંડિલ્ય, હોશંગાબાદ મ. પ્ર.

જવાબઃ- આપણે જોઈએ છીએ કે જ્યાં સુધી દોરી બંધાયેલી રહે, ખેંચાયેલી રહે, ત્યાં સુધી પતંગ ઊડતી રહે છે. પરંતુ જ્યારે દોરો તૂટી જાય છે ત્યારે પતંગ જમીન ઉપર આવી જાય છે. બંને પરિસ્થિતિમાં પવનની ગતિ (wind) તો સરખી જ હોય છે. તો પતંગ કેમ નીચે આવી પડે છે? જો આપણે દોરી બાંધીને કે બાંધ્યા વગર, ઊંચા બિલ્ડિંગની છત ઉપર ચઢીને કે કોઈ ઊંચી ટેકરી પરથી પતંગને છોડી દઈએ તો તે આકાશમાં ટકી રહેતી નથી. તેને કોઈ કુશળ પતંગબાજની મદદ જરૂરી હોય છે. તો, વિચારીએ કે પતંગ કેવી રીતે ઉપર જાય છે અને કઈ રીતે આકાશમાં ચગે છે અને ટકી રહે છે.

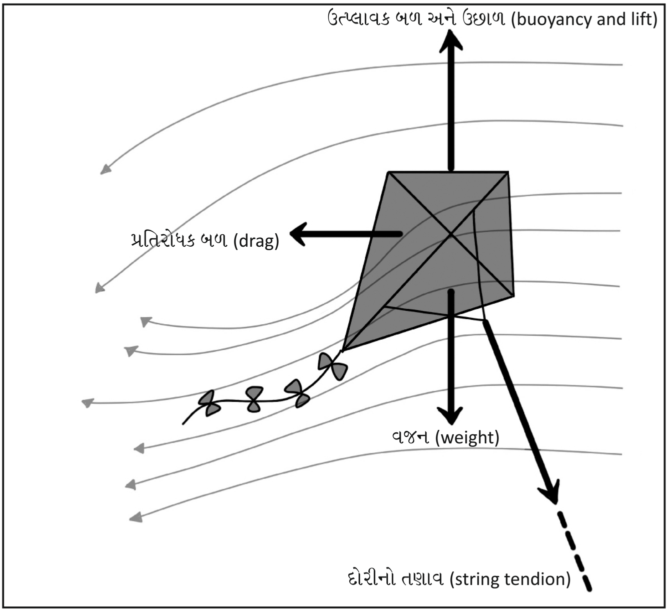
પતંગનું ઉડવું -પડવું સમજવા માટે, તેની ઉપર લાગતાં બધાં જ બળોનું વિશ્લેષણ કરવું જરૂરી છે. તે સાથે જ આ બળો વચ્ચે થતી આંતરક્રિયાઓને પણ સમજવી પડશે. પહેલાં આપણે એ બળોને ઓળખવાથી શરૂઆત કરીએ. તમને એ ધ્યાનમાં હશે જ કે પતંગને ચગવા માટે અને ઉપર ઉઠાવવા માટે હવાની લહેર એટલે કે પવન જરૂરી હોય છે. પરંતુ માત્ર પવન જ પતંગને ઉડવા માટે અને ઉપર ઊઠવા માટે પર્યાપ્ત નથી. સાથે જ એ પણ જરૂરી નથી કે પતંગ પવનની દિશામાં જ ઊડે. એમાં દોરીની ભૂમિકા પણ નિર્ણાયક હોય છે.

આપણે આપણા અનુભવ થકી જાણીએ જ છીએ કે જ્યારે પતંગ ઊડવાનું શરૂ કરે છે , ત્યારે તેની દોરી ઉપર લાગતો તણાવ (T) બદલાતો રહે છે. ઊંચી ઊડતી પતંગ દોરી ઉપર વધુ તણાવ લગાડે છે. આ તણાવ બે દિશામાં કામ કરે છેઃ અધોદિશામાં તે નીચેની તરફ કામ કરે છે અને ક્ષિતિજની દિશામાં તે પ્રઘાત (ધક્કોઃ thrust F) આપે છે. પતંગને ઉપર લઈ જવામાં

અને તેને સ્થિર ઉડાન આપવામાં આ પ્રઘાતની ભૂમિકા મહત્ત્વપૂર્ણ હોય છે. પતંગબાજ આ માટે દોરીને ખેંચે છે. (ઠૂમકો લગાવે છે.)

પતંગને ઉડવા માટે ઉપરની તરફ લાગતું એક બળ જરૂરી હોય છે. જેને ઉદ્વહન (ઉછાળ કે લિફ્ટ-L) કહેવામાં આવે છે. આ ઉછાળ પવનથી ઉત્પન્ન થાય છે. પતંગ સીધી ઊંચી (કે ઊર્ધ્વ) દિશામાં તો ઊડતી નથી. પતંગ તો ઊર્ધ્વ દિશાથી થોડી નમીને ઊડે છે. યોગ્ય દિગ્સ્થાપન (ઓરિએન્ટેશન) થાય ત્યારે હવા પતંગની બંને તરફ અલગ-અલગ વેગથી વહે છે - હવા પતંગની નીચેની સપાટીની સરખામણીમાં ઉપરની સપાટી ઉપર થોડી તેજ વહે છે. જ્યારે એવું થાય છે ત્યારે પૂરતો ઉછાળ ઉત્પન્ન થાય છે (બર્નોલીના સિદ્ધાંત અનુસાર). આ જ ઉપર લઈ જનારું બળ હોય છે, જે પતંગને ઊંચાઈ પર લઈ જાય છે. પતંગબાજની બાહોશી આ સ્થિતિ હાંસલ કરવામાં જ લાગે છે અને તે હાંસલ કરવાનું સાધન છે : દોરો.

ગુરુત્વ બળ એટલેકે પતંગનું વજન (w) તો દરેક વખતે એક સરખું જ રહે છે તેમજ હવા દ્વારા લાગતું ઉત્પ્લાવક બળ (buoyancy-B) પણ

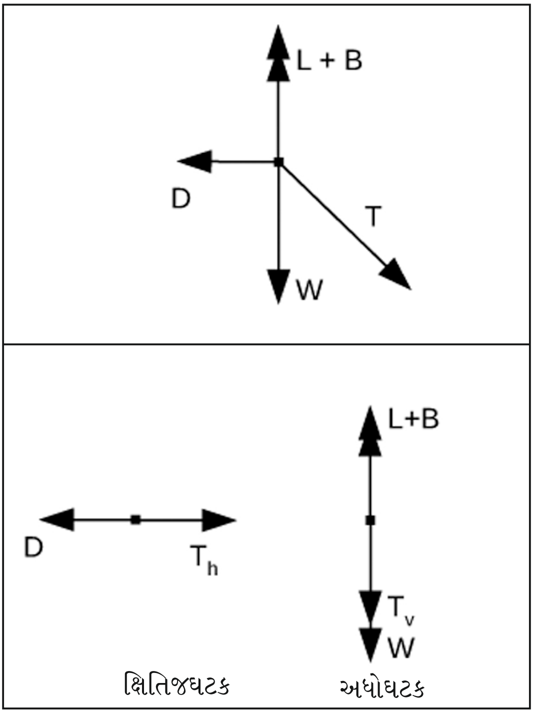


ચિત્ર-૧: ઊંચે ઊડતો પતંગ જે પતંગબાજથી દૂર જઈ રહ્યો છે એને તેની ઉપર લાગતા બળ.

સામાન્ય રીતે બદલાતું નથી. એક બીજું બળ પણ હોય છે જેને કર્ષણબળ (એટલે કે Drag-D) કહે છે. તે પણ હવાને કારણે જ લાગે છે. નામ ઉપરથી જ સમજાય જાય છે કે કર્ષણ બળ હંમેશાં ગતિને અવરોધે છે અને લગભગ ઘર્ષણ બળ જેવું હોય છે. અંતિમ સ્થિર અવસ્થા પ્રાપ્ત કરવામાં આ બળ મુખ્ય ભૂમિકા અદા કરે છે. તે વેગ (એટલે કે હવાના સાપેક્ષ વેગ)ના લગભગ સમપ્રમાણમાં હોય છે.

પતંગ પર લાગતાં વિવિધ બળ ચિત્ર-૧ માં દર્શાવ્યાં છે.

પતંગની ગતિને સમજવા માટે અધોદિશા અને ક્ષિતિજમાં લાગતાં બળોનું વિશ્લેષણ અલગ-અલગ કરવું પડશે.



ચિત્ર-૨: મુક્ત પદાર્થ આલેખ(ફ્રી બોડી ડાયાગ્રામ) અને હવામાં સ્થિર પતંગ પર વિવિધ બળોના ક્ષિતિજ અને અધોદિશાના ઘટક; ઉત્પ્લાવક બળ(B) . ગુરુત્વ બળ એટલે કે વજન(W) , દોરાનો તણાવ (T), ઉદ્વહન - ઉછાળ (L), કર્ષણ બળ - અવરોધ બળ (D), અને Tw (એટલે કે દોરાના તણાવના ક્ષિતિજ અને અધોઘટક).

વાત બળોની

બળની વાતો કરતી વખતે, આપણી પાસે કોઈ રીત હોવી જોઈએ જેના દ્વારા આપણે તેને ચિત્ર સ્વરૂપે દર્શાવી શકીએ.

બળ એક સદિશ રાશિ છે- એટલે કે જેનું માપ (વધુ કે ઓછું) અને દિશા હોય છે. તમે બધા જાણો છો કે દ્રવ્યમાન કે વજન માટે તેનું માપ દર્શાવવું પૂરતું છે. જ્યારે કોઈ વસ્તુનું સ્થાનાંતરણ કે વેગ દર્શાવવા માટે તેના માપની સાથે જ તેની દિશા પણ દર્શાવવી પડે છે. જ્યારે કોઈ વસ્તુ (જેમકે પતંગ) પર એકથી વધુ બળ લાગતાં હોય, તો તેને એક રેખાચિત્ર દ્વારા દર્શાવી શકાય છે. આ પ્રકારના રેખાચિત્રમાં સંબંધિત વસ્તુ કે પિંડ (જેમકે અહીં પતંગ) ને એક બિંદુ સ્વરૂપે નિરૂપિત કરવામાં આવે છે અને બળને તીરથી દર્શાવવામાં આવે છે. તીરની દિશા બળની દિશામાં હોય છે અને તેની લંબાઈ બળના માપને સૂચવે છે. જેને મુક્તવસ્તુ આલેખ (free body diagram) કહે છે.

કુલ પરિણામી બળ કેટલું છે તે જોવા માટે, આપણે બળોને જોડવાં પડે છે. આ સંદર્ભમાં મુક્ત વસ્તુ આલેખ ખૂબ મદદરૂપ થાય છે. તેને જોડવાં માટે આપણે જે ટેકનિકનો ઉપયોગ કરીએ છીએ તેને સદિશનું પ્રક્ષેપણ (પ્રોજેક્શન ઓફ વેક્ટર્સ) કહે છે.

(પ્રક્ષેપણને સમજવા માટે કોઈ દિશાનો વિચાર કરો (જેમકે અગ્નિ કે ઈશાન -ઉત્તરપૂર્વ). જે આપણી માનક દિશાઓ ઉત્તર, દક્ષિણ, પૂર્વ, પશ્ચિમથી અલગ છે. ખરેખર ઈશાન કે અગ્નિ આપણી માનક દિશાઓનું મિશ્રણ છે. જ્યારે આપણે ઈશાન કહીએ છીએ ત્યારે ઉત્તર અને પૂર્વ દિશાની વચ્ચેના ખૂણા સ્વરૂપે વિચારીએ છીએ. એટલેકે ઉત્તરને પૂર્વ સાથે જોડતા 'ઉત્તર-પૂર્વ' મળે છે. જો આપણે 'ઉત્તર-પૂર્વ' ને 'ઉત્તર-પશ્ચિમ' સાથે જોડીશું તો આપણને ઉત્તર મળશે કેમકે પૂર્વ અને પશ્ચિમ એક્બીજાની વિરુધ્ધ હોવાથી તેની અસર નાબૂદ થઈ જશે. આવું કરતી વખતે આપણે એ સહજપણે માની લીધું કે ઉત્તર-પૂર્વ વાસ્તવમાં ઉત્તર અને પૂર્વને મેળવવાથી બને છે (અને એજ રીતે 'ઉત્તર-પશ્ચિમ' ઉત્તર અને પશ્ચિમને જોડવાથી બને છે) જરા વિચારો તો આપણે ઉત્તર-ઉત્તર-પૂર્વ કે પશ્ચિમ-ઉત્તર-પશ્ચિમ જેવી દિશાઓનું વિભાજન કેવી રીતે કરીશું.

આ 'વિભાજન' ને સદિશ ના સંદર્ભમાં 'પ્રોજેક્ટિંગ' કહે છે. જો આપણે આ વાતને ધ્યાનમાં રાખીશું, તો સદિશોને જોડવું સરળ થઈ જશે. હાલની ચર્ચામાં આપણે સદિશોને બે દિશાઓમાં પ્રોજેક્ટ કરીને જોડીશું- ઊભી (અધોદિશા) અને આડી ક્ષિતિજ દિશા.)

અધોદિશામાં લાગતાં બળોના ઘટકો છેઃ ઉદ્વહન એટલે કે લિફ્ટ અને ઉત્પ્લાવક : ઉપરની તરફ, વજન અને તણાવ; નીચેની તરફ.

ઊર્ધ્વદિશામાં લાગતાં બળોના ઘટકો છે : દોરના તણાવને કારણે અને કર્ષણ બળ. એટલે કે બળોના કુલ ૬ ઘટકો છે- ચાર ઊર્ધ્વ અને બે અધઃ - ક્ષિતિજ))

જ્યારે પતંગ ચગી જાય છે ત્યારે એ સ્થિરતા પ્રાપ્ત કરી લે છે. સ્થિર અવસ્થામાં બળોના ૬ ઘટકો છે- ચાર ઊર્ધ્વ અને બે ક્ષિતિજ ઘટકો એકબીજા સાથે સંતુલિત થઈ જાય છે. જે ચિત્ર-૨ માં દર્શાવ્યું છે.

જો દોરો કપાઈ જાય ('કાય પો છે') તો પ્રઘાત અચાનક શૂન્ય થઈ જાય છે. જેની અસર ઉદ્વહન ઉપર પડે છે કેમ કે ઉદ્વહન એ પવન અને પ્રઘાતની મિલીજુલી અસર છે. આ ઉપરાંત હવાની હલકી-ફૂલકી લહેરથી પતંગની સ્થિરતા જળવાતી નથી. તેમજ તે જ ક્ષણે, ઊર્ધ્વ દિશામાં માત્ર બે જ બળ બચે છે - એક ગુરુત્વ જે નીચે તરફ ખેંચે છે અને બીજું ઉત્પ્લાવક જે ઉપરની તરફ લાગશે. પરંતુ પતંગ હવા કરતાં તો ભારી હોય છે તેથી, થોડા જ સમયમાં ગુરુત્વ બળની જીત થાય છે અને પતંગ ધૂળ ચાટતી થઈ જાય છે.

જો કે આપણે આપણા અનુભવથી એ તો જાણીએ જ છીએ કે અન્ય કારક પણ હોય છે જે પતંગની ઉડાનને પ્રભાવિત કરે છે - જેમકે પતંગનો આકાર, તેની પૂંછ, વગેરે... પરંતુ અહીં એવી ઘણી બાબતો ઉપર ધ્યાન આપવામાં આવ્યું નથી. હવે જ્યારે પતંગ લઈને મેદાનમાં ઊતરશો ત્યારે બીજી વાતો કરીશું. ઉત્તરાયણની શુભેચ્છાઓ!

ભાસ બાપટ :- ભારતીય વિજ્ઞાન શિક્ષણ અને અનુસંધાન સંસ્થાન(IISR), પૂણે માં ભૌતિકશાસ્ત્ર ભણાવે છે. ભાસ ભારતના સૌર મિશન 'આદિત્ય એલ ૧' ના સભ્ય હતા અને વિજ્ઞાન શિક્ષણમાં અથાગ રુચિ ધરાવે છે. ખૂબ લાંબા સમયથી એકલવ્ય સંસ્થા સાથે જોડાયેલા છે.

અંગ્રેજીમાંથી અનુવાદ :- સુશીલ જોશી : એકલવ્ય દ્વારા સંચાલિત સ્રોત ફીચર સેવા સાથે જોડાયેલા છે. વિજ્ઞાન શિક્ષણ અને લેખનમાં ઊંડી રુચિ ધરાવે છે.

ગુજરાતીમાં અનુવાદ :- સ્વાતિ દેસાઈઃ આર્ચના ગણિત શિક્ષણ સાથે જોડાયેલાં છે.

હિંદી સંદર્ભ- મૂળ ક્રમાંક ૧૫૩ માંથી સાભાર

Nachiketa Trust
ततो न विजुगुप्सते